



TUGAS AKHIR – RC09-1501

**PERENCANAAN Pengerukan ALUR ZONA A, B, C, D
DALAM LINGKUNGAN TERSUS PT. BADAQ NGL,
BONTANG**

MUHAJID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP 3112 100 056

Dosen Pembimbing I
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA.

Dosen Pembimbing II
Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



TUGAS AKHIR – RC09-1501

**PERENCANAAN PENERUKAN ALUR ZONA A, B, C, D
DALAM LINGKUNGAN TERSUS PT. BADAQ NGL,
BONTANG**

MUHAJID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP 3112 100 056

Dosen Pembimbing I
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA.

Dosen Pembimbing II
Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)



FINAL PROJECT – RC09-1501

**DREDGING PLANNING OF A,B,C,D ZONE IN THE TERSUS
PT. BADAK NGL ENVIRONMENT, BONTANG**

MUJAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP 3112 100 056

Supervisor I
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA.

Supervisor II
Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc

DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN PENERUKAN ALUR ZONA A, B, C, D DALAM LINGKUNGAN TERSUS PT. BADAK NGL, BONTANG

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S1-Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

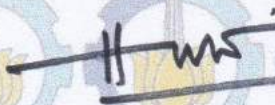
MUHAJID MUHAMMAD SYAMSUAR

NRP :3112 100 056


Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
NIP. 195503291980031002




Ir. Dyah Iriani Widvastuti, MSc.
NIP.196112191986032002

Surabaya, Januari 2017

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

PERENCANAAN Pengerukan ALUR ZONA A, B, C, D DALAM LINGKUNGAN TERSUS PT. BADAK NGL, BONTANG

Nama : Mujahid Muhammad S
Nrp : 3112100056
**Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
dan Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc**

ABSTRAK

Perkembangan bisnis minyak dan gas di Indonesia makin berkembang pesat. Dengan fasilitas yang terbatas di Indonesia maka perkembangan perusahaan-perusahaan migas mengalami penurunan. PT. Badak NGL sebagai salah satu perusahaan gas terbesar di Indonesia merasa perlu untuk melakukan perluasan pada kilang minyak mereka yang berada di Bontang, Kalimantan Timur. Dalam proses perluasan tersebut diperlukan perencanaan pengerukan untuk memenuhi kebutuhan kedalaman kapal.

Dalam perencanaan pengerukan Tersus PT. Badak NGL ini terdiri dari beberapa zona, yaitu zona A,B,C, dan D. Zona A untuk area jetty 1 dan 2, zona B untuk Island Berth, zona C untuk alur masuk, dan zona D untuk SPM. Setelah dilakukan evaluasi didapatkan kebutuhan kedalaman pada zona A (-8 mLWS) dan B (-15 mLWS) belum terpenuhi sehingga dibutuhkan adanya pengerukan, sementara untuk zona C (-15 mLWS) dan D (-25 mLWS) sudah terpenuhi. Untuk merencanakan pengerukan dipengaruhi tiga faktor utama yaitu, jenis tanah yang akan dikeruk, kedalaman keruk, dan kondisi lingkungan keruk.

Pada tugas akhir ini setelah dilakukan analisis terhadap jenis tanah, kedalaman keruk, dan kondisi lingkungan keruk didapatkan kapal keruk dengan jenis Cutter Suction Dredger (CSD) merupakan kapal keruk yang memenuhi kriteria untuk digunakan dalam perencanaan pengerukan ini. Pada perencanaan ini material keruk diasumsikan akan digunakan untuk reklamasi non-struktural. Direncanakan pengerukan pada dua zona ini

hingga mencapai volume 1.564.918,989 m³, memakan waktu selama 102 hari dan biaya sebesar ***Rp 132.672.400.000,00.***

Kata Kunci: Tersus, Pengerukan, Volume Keruk, Waktu, Biaya.

DREDGING PLANNING OF A,B,C,D ZONE IN THE TERSUS PT. BADAQ NGL ENVIRONMENT, BONTANG

Name : Mujahid Muhammad S
Nrp : 3112100056
Lecture : Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA
dan Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc

ABSTRACT

The development of oil and gas company in Indonesia is growing rapidly nowadays. With limited facilities in Indonesia the development of oil and gas company decreased. PT. Badak NGL as one of the largest oil and gas company in Indonesia feel the need to expand their refinery in Bontang, Kalimantan Timur. In the process of expanding the refinery, dredging planning is needed to fulfill the needs of ships draught.

In planning dredging tersus PT. Badak NGL it consists of several zone , namely zone A , B, C, and D.A zone for the area of jetty 1 and 2 , the b for island berth , zone c to access channel, and zone d to the SPM .After an evaluation obtained needs at a depth of zone a (-8 mlws) and b (-15 mlws) have not been so it needs of dredging , meanwhile zone c (-15 mlws) and d (-25 mlws) have been fulfilled .To plan dredging affected three main factors that, the type of soil, dredging depth, and environmental conditions.

After analyzing the type of soil, dredging depth, and environmental condition, it decided that dredgers with a type of cutter suction dredger (csd) is dredgers who meet the criteria for use in dredging plan.The dredged material assumed to be used for non-structural reclamation. Planned dredging on zones until 1.564.918,989 m³, take as long as 102 day and cost ***Rp 132.672.400.000,00.***

Keywords : Tersus, Dredging, Dredged Volume, Time, Cost.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-NYA penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Dalam penulisan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN Pengerukan Alur Zona A, B, C, D dalam Lingkungan Tersus PT. Badak NGL, Bontang”** ini, penulis mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Allah SWT atas segala karunia dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua dan saudara saya, yang selama ini tak henti-hentinya memberi semangat dan dukungan untuk penulis mengerjakan Proposal Tugas Akhir ini hingga selesai.
3. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA dan Ir. Dyah Iriani Widyastuti, MSc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
5. Teman-teman Teknik Sipil yang selalu mendukung dan memberi semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan oleh yang berkepentingan, dan dengan kerendahan hati penulis mengakui masih banyak bagian dari tesis ini yang belum sempurna dan perlu diperbaiki, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca.

Surabaya, 27 Desember 2016
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Lingkup Pekerjaan.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Lokasi Perencanaan.....	3
1.7 Metodologi	4
1.7.1 Diagram Alir.....	4
1.7.2 Langkah Pengerjaan Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum.....	7
2.2 Data dan Analisis.....	7
2.2.1 Data Bathymetri	7
2.2.2 Data Pasang Surut	7
2.2.3 Data Tanah	9
2.2.4 Data Kapal.....	9
2.3 Evaluasi Layout.....	9
2.3.1 Evaluasi Layout Perairan.....	9
2.3.2 Analisis Stabilitas Lereng Dinding Pengerukan..	10
2.4 Pengerukan (Dredging)	10
2.4.1 Pemilihan Kapal Keruk	10
2.4.2 Cutter Suction Dredger (CSD)	11
2.4.3 Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD).....	12
2.4.4 Grab / Clamshell Dredger.....	14
2.4.5 Bucket Ladder Dredger	15

2.4.6	Dipper Dredger.....	16
2.5	Produktivitas Pengerukan.....	17
BAB III PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS		19
3.1	Umum.....	19
3.2	Bathymetri.....	19
3.3	Pasang surut.....	19
3.4	Tanah.....	21
BAB IV EVALUASI LAYOUT PERAIRAN		25
4.1	Umum.....	25
4.2	Rencana Awal Layout Perairan	25
4.2.1	Rencana Awal Layout Perairan Jetty 1 dan Jetty 2 (zona A) 25	
4.2.2	Rencana Awal.....	26
4.2.3	Island Berth (zona B)	26
4.3	Evaluasi <i>Layout</i> Perairan.....	28
4.3.1	Jetty 1 (zona A)	28
4.3.2	Island Berth (zona B)	33
BAB V ANALISIS STABILITAS LERENG Pengerukan		41
5.1	Umum.....	41
5.2	Analisis Stabilitas Lereng Pengerukan.....	41
5.2.1	Analisis Stabilitas Lereng Area Jetty	42
5.2.2	Analisis Stabilitas Lereng Area Island Berth	44
BAB VI PERENCANAAN Pengerukan		47
6.1	Umum.....	47
6.2	Menentukan Peralatan Pengerukan	47
6.2.1	Jenis Tanah.....	47
6.2.2	Volume Keruk	50
6.2.3	Kedalaman Perairan	56
6.2.4	Pemilihan Kapal Keruk	56
6.2.5	Pembuangan Material (<i>Dumping</i>)	57
6.3	Metode Pelaksanaan Pengerukan	59
6.3.1	Pra-Survey Pengerukan	59
6.3.2	Proses Pengerukan Pengerukan	59
6.3.3	Survey Setelah Pengerukan (Post-Dredged Sounding)	64

6.4	Produktivitas Pengerukan.....	64
6.4.1	Produktivitas Alat Keruk.....	64
6.4.2	Produktivitas Barge	68
6.4.3	Waktu Pengerukan	71
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA		73
7.1	Rencana Anggaran Biaya	73
7.1.1	Penentuan Harga Sewa Alat	73
7.1.2	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	75
BAB VIII KESIMPULAN		77
8.1	Umum.....	77
8.2	Kesimpulan.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....		79
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rencana Layout Pengerukan, 117°23' BT - 117°38' BT dan 0°01' LU - 0°12' LS, <i>unscale</i>	2
Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengembangan Kilang PT. Badak NGL, 117°23' BT - 117°38' BT dan 0°01' LU - 0°12' LS, skala 1:200000.....	4
Gambar 1.3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	5
Gambar 2.1 <i>Cutter Suction Dredger</i>	12
Gambar 2.2 Ukuran TSHD Berdasarkan Kapasitas Hopper	13
Gambar 2.3 <i>Trailing Suction Dredger</i>	13
Gambar 2.4 <i>Grab Dredger</i>	15
Gambar 2.5 <i>Bucket Ladder Dredger</i>	16
Gambar 2.6 <i>Dipper Dredger</i>	16
Gambar 3.1 Grafik Pasang Surut.....	20
Gambar 3.2 - Lokasi Pengambilan Data Tanah.....	21
Gambar 3.3 Grafik Elevasi-NSPT dan Jenis Tanah di Titik B4.22	
Gambar 3.4 Grafik Elevasi-NSPT dan Jenis Tanah di Titik BD7	23
Gambar 4.1 <i>General Layout</i> rencana <i>Jetty 1</i> dan <i>Jetty 2</i>	25
Gambar 4.2 <i>General Layout</i> rencana dermaga <i>Island Berth</i>	27
Gambar 4.3 Kebutuhan <i>Layou</i> Perairan untuk <i>jetty 1</i>	33
Gambar 4.4 Layout Perairan <i>Island Berth</i>	37
Gambar 5.1 Gambar perencanaan slope pengerukan pada area <i>Jetty</i>	42
Gambar 5.2 Hasil perhitungan stabilitas lereng pada lereng pengerukan area <i>jetty</i> dengan metode <i>entry and exit</i>	43
Gambar 5.3 Gambar perencanaan slope pengerukan pada area <i>Island Berth</i>	44
Gambar 5.4 Hasil perhitungan stabilitas lereng pada lereng pengerukan area <i>island berth</i> dengan metode <i>entry and exit</i>	45
Gambar 6.1 Hubungan Antara Jenis Kapal Keruk dan Plastisitas Material	49
Gambar 6.2 Hubungan Antara Efektivitas Pengangkatan Material Keruk.....	49

Gambar 6.3	51
Gambar 6.4 <i>Cross Section</i> Pengerukan Area Jetty 1	53
Gambar 6.5 Contoh Kapal CSD500 DAMEN	56
Gambar 6.6 Area reklamasi	57
Gambar 6.7 General Layout Jetty 1 dan 2 serta jarak area reklamasi	58
Gambar 6.8 Contoh Proses Mixing Pada Sea Bed	60
Gambar 6.9 Contoh Proses Pengangkutan Material Keruk Ke Atas Kapal	60
Gambar 6.10 Contoh Penyambungan Pompa Pembuangan (Pump-Discharge)	61
Gambar 6.11 Contoh Proses Pengisian Barge (Barge Loading) ..	61
Gambar 6.12 Contoh Proses Pembuangan Material Untuk Reklamasi	62
Gambar 6.13 Contoh Split-Barge	62
Gambar 6.14 Contoh Pengoperasian <i>Cutter Suction Dredger</i> dengan Sistem <i>Spud Carriage</i>	63
Gambar 6.15 Contoh Ilustrasi alur pengerukan	64
Gambar 6.16 Faktor Various Dredging Depth (f_r)	66
Gambar 6.17 Contoh Split-Hopper Barge	68
Gambar 6.18 Spesifikasi Spli Hopper Barge	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemilihan Jenis Kapal Keruk dan Jenis Tanah	11
Tabel 4.1 Dimensi rencana awal layout perairan jetty 1 dan 2....	26
Tabel 4.2 Dimensi rencana awal layout perairan Island Berth....	28
Tabel 4.3 Hasil evaluasi <i>layout</i> perairan zona A.....	32
Tabel 4.4 Hasil evaluasi <i>layout</i> perairan zona B	35
Tabel 4.5 Perencanaan Evaluasi Layout Pada Zona A, B, C, D..	38
Tabel 4.6 Perbedaan Rencana Pengerukan Awal dan Setelah Evaluasi	39
Tabel 5.1 Slope alur berdasarkan jenis material/nilai N.....	41
Tabel 6.1 Klasifikasi Tanah.....	48
Tabel 6.2 Perhitungan Volume Pengerukan	54
Tabel 6.3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Keruk.....	54
Tabel 6.4 <i>Bulking Factor</i> pada tanah keruk.....	55
Tabel 6.5 Hubungan Kapal Keruk dan Volume Keruk	55
Tabel 6.6 Spesifikasi CSD500 Damen	57
Tabel 7.1 HSPK 2014 Untuk Kapal Non-Hopper	74
Tabel 7.2 Analisis Biaya Operasional Kapal Keruk.....	75
Tabel 7.3 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan	75

BAB I

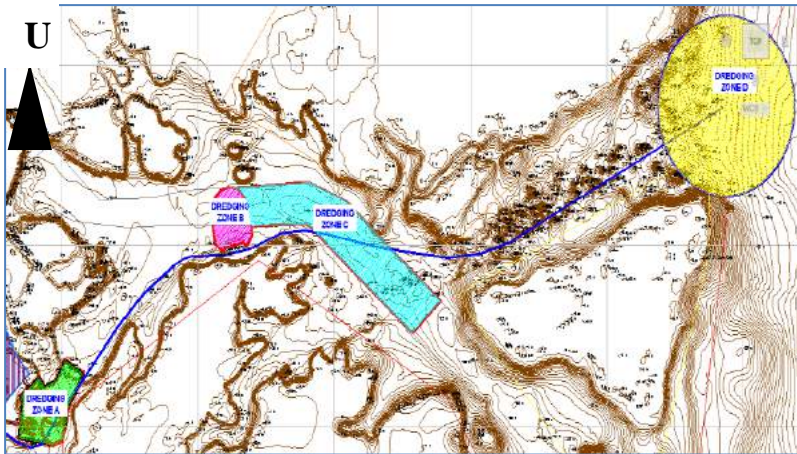
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi minyak dari kilang lokal di Indonesia pada tahun 2015 hanya mencapai 800 ribu barel per hari sementara konsumsi bahan bakar nasional mencapai 1,5 juta per hari (esdm.go.id). Sementara itu diperkirakan konsumsi bahan bakar minyak akan mencapai 2,4 juta sampai 2,8 juta per barel pada 6-10 tahun ke depan (pertamina). Hal ini mendorong PT. Pertamina sebagai perusahaan minyak negara terbesar untuk meningkatkan produksinya. Salah satu program yang dicanangkan PT. Pertamina adalah *Refining Development Master Plan* (RDMP), yaitu program peningkatan kilang minyak yang ada di Indonesia.

Saat ini PT. Pertamina tengah merencanakan pengembangan kilang baru yang akan diletakkan di atas lahan seluas 500 hektar milik PT Badak NGL di Kota Bontang.

Pada perencanaan pengembangan kilang baru ini PT. Pertamina akan membangun terminal khusus (tersus) yang terdiri dari dermaga jetti, island berth, dan area SPM (Single Point Mooring). Dengan adanya perencanaan pembangunan terminal khusus ini maka dibutuhkan kedalaman laut pada area pengembangan dan alur pelayaran. Perencanaan pengerukan (dredging) akan dibagi menjadi empat zona yaitu, zona A (jetty), zona B (island berth), zona C (alur masuk kapal) dan zona D (SPM) seperti yang terlihat pada Gambar 1.1 sehingga terminal dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 1.1 Rencana Layout Pengerukan, $117^{\circ}23'$ BT - $117^{\circ}38'$ BT dan $0^{\circ}01'$ LU - $0^{\circ}12'$ LS, *unscale*.
(Sumber: google earth)

Tersus dapat beroperasi jika gelombang relatif tenang dan kedalaman air sesuai dengan syarat kedalaman untuk kapal rencana yang diperbolehkan bertambat. Pada pengembangan kilang PT. Pertamina ini direncanakan kedalaman pengerukan pada tiap zona adalah 10 meter untuk zona A, 20 meter untuk zona B dan C, serta 30 meter untuk zona D.

Melalui data-data di atas maka penulis membuat merencanakan pengerukan pada alur operasional tersus sehingga dapat beroperasi dengan baik.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Diperlukan adanya pengerukan tanah akibat pengembangan terminal khusus melayani kapal dan dermaga baru.
2. Pelaksanaan pekerjaan ditengah-tengah lalu lintas pelayaran terminal khusus yang lama sehingga membutuhkan metode pelaksanaan tertentu.

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari pembahasan tugas akhir ini adalah:

1. Merencanakan pengerukan pada lingkungan Terminal Khusus PT. Badak NGL, Bontang.
2. Menganalisis stabilitas lereng dan pengaruh pasang surut pada permukaan alur keruk.
3. Menentukan metode pelaksanaan pengerukan yang efisien pada PT. Badak NGL.

1.4 Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan Tugas Akhir ini adalah :

1. Pengumpulan serta analisis data
2. Perencanaan dan evaluasi layout perairan
3. Perhitungan stabilitas lereng dinding pengerukan
4. Perhitungan volume tanah pengerukan
5. Penentuan metode pelaksanaan pengerukan
6. Perhitungan rencana anggaran biaya pengerukan

1.5 Batasan Masalah

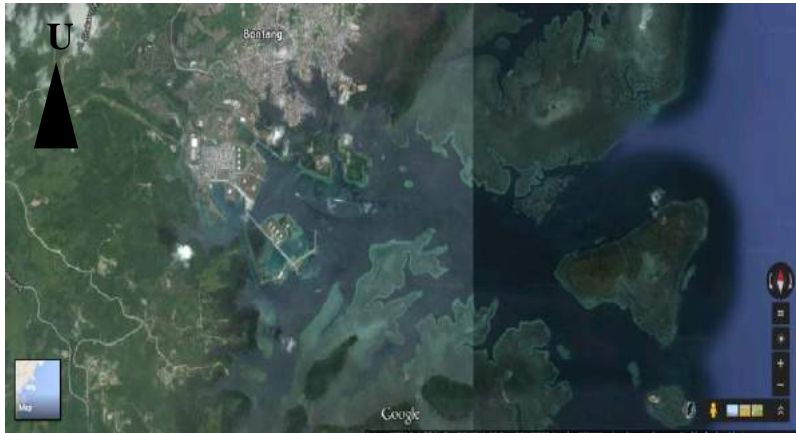
Beberapa batasan masalah yang dipakai sebagai pedoman adalah :

1. Hanya membahas perencanaan pengerukan.
2. Tidak merencanakan peletakan rambu-rambu pelayaran.

1.6 Lokasi Perencanaan

Kota Bontang terletak di pesisir timur Provinsi Kalimantan Timur dan berada antara $117^{\circ}23'$ BT - $117^{\circ}38'$

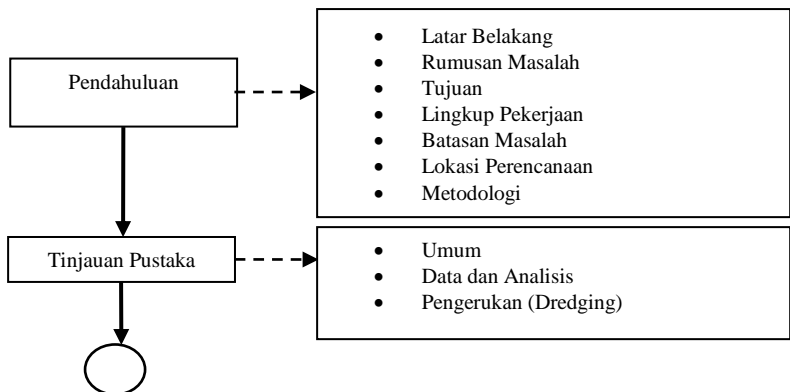
BT serta diantara $0^{\circ}01'$ LU - $0^{\circ}12'$ dengan luas total $497,57 \text{ km}^2$. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.2 dibawah ini.

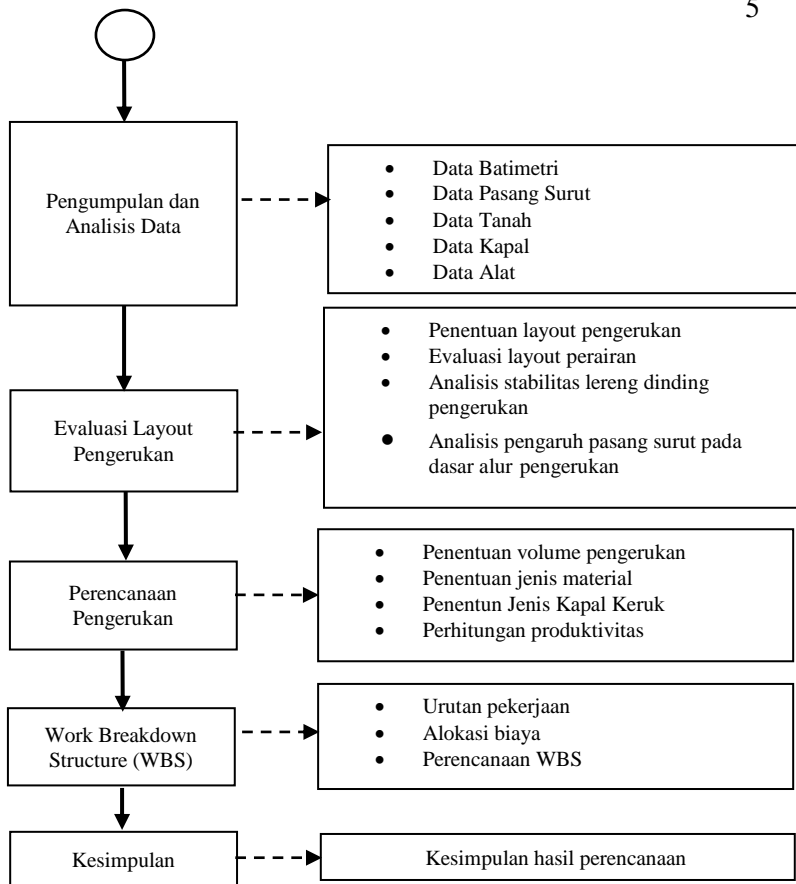


Gambar 1.2 Peta Lokasi Pengembangan Kilang PT. Badak NGL, $117^{\circ}23'$ BT - $117^{\circ}38'$ BT dan $0^{\circ}01'$ LU - $0^{\circ}12'$ LS, skala 1:200000
(Sumber: google.earth)

1.7 Metodologi

1.7.1 Diagram Alir





Gambar 1.3 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

1.7.2 Langkah Pengerjaan Tugas Akhir

Dari gambar diagram alir diatas, dapat dijelaskan langkah – langkah pengerjaan tugas akhir sebagai berikut :

1. Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup, batasan masalah dan lokasi perencanaan.

2. Tinjauan pustaka
Menjelaskan tentang landasan teori, konsep serta perumusan yang akan digunakan dalam perencanaan.
3. Pengumpulan dan analisis data
Data yang akan digunakan dan dianalisis untuk perencanaan adalah data sekunder sebagai berikut :
 - a. Data peta batimetri
 - b. Data pasang surut
 - c. Data tanah
 - d. Data kapal
4. Evaluasi layout
Dilakukan evaluasi layout perairan apakah sudah memenuhi persyaratan draft kapal dan aman dari karang.
5. Perencanaan pengerukan dan metode pelaksanaan
Menentukan metode pengerukan yang paling efisien dan ramah lingkungan, penentuan volume tanah keruk, dan menentukan alat yang akan digunakan.
6. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya
Analisis anggaran biaya dilakukan sesuai dengan standar dan kebutuhan yang ada. Urutan dari analisis ini yaitu :
 - a. Harga material dan upah
 - b. Analisis harga satuan
 - c. Perhitungan biaya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam bab ini akan dibahas dasar teori dan rumus-rumus yang akan digunakan dalam perencanaan pengerukan alur zona A,B,C,D dalam lingkungan terminal khusus PT. Badak NGL, Bontang. Dalam tulisan ini akan berdasar pada Peraturan Menteri Perhubungan No. 52 Tahun 2011 tentang pengerukan dan reklamasi. Pengerukan adalah pekerjaan mengubah bentuk dasar perairan untuk mencapai kedalaman dan lebar yang dikehendaki atau untuk mengambil material dasar perairan yang dipergunakan untuk keperluan tertentu.

2.2 Data dan Analisis

2.2.1 Data Bathymetri

Peta Bathymetri menunjukkan kontur kedalaman dasar laut dari posisi 0,00m LWS. Sehingga bathymetri ini berfungsi untuk mengetahui kedalaman dasar laut atau dasar sungai yang nantinya kapal akan aman digunakan untuk bermanuver. Hasil dari pemetaan bathymetri ini adalah susunan garis-garis kedalaman (kontur).

Hasil pengukuran dapat diplot secara manual atau dilakukan menggunakan komputer. Selanjutnya hasil dituangkan pada kertas gambar. Garis-garis kontur peta digambar untuk tiap interval -0.5 m sampai -1.0 m LWS atau dengan perbedaan hingga -10.0 m untuk peta laut dalam. Adanya berbagai benda yang menghalangi atau berbahaya di dasar laut juga perlu ditandai. Dari peta tersebut dapat diketahui kelandaian/kemiringan dasar laut yang paling optimal dan efisien sehingga dapat direncanakan posisi yang tepat untuk suatu bangunan dermaga dan kebutuhan kedalaman perairan yang memadai.

2.2.2 Data Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa matahari jauh lebih besar daripada bulan, namun pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada matahari. Hal ini dikarenakan jarak bumi ke bulan lebih dekat daripada jarak bumi ke matahari dengan gaya tarik bulan yang mempengaruhi besar pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari terhadap bumi.

Pengetahuan pasang surut sangat penting di dalam perencanaan pelabuhan. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan terendah (surut) sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pelabuhan. Sebagai contoh, elevasi puncak bangunan pemecah gelombang dan dermaga yang ditentukan oleh elevasi muka air pasang, sementara untuk kedalaman alur pelayaran / pelabuhan ditentukan oleh muka air surut.

Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan empat tipe, yaitu pasang surut harian tunggal (diurnal tide), harian ganda (semidiurnal tide) dan dua jenis campuran.

- Pasang harian tunggal (diurnal) bila terjadi 1 kali pasang dan surut dalam sehari sehingga dalam satu periode berlangsung sekitar 12 jam 50 menit.
- Pasang harian ganda (semi diurnal) bila terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut dalam sehari.
- Pasang surut campuran (mixed) : baik dengan didominasi semi diurnal maupun diurnal

Komponen penting yang perlu diketahui sebagai hasil analisis data pasang surut adalah:

- LWS (Low water Spring) merupakan hasil perhitungan level muka air rata-rata terendah (surut).
- MSL (Mean Sea Level) adalah elevasi rata-rata muka air pada kedudukan pertengahan antara muka air terendah dan tertinggi.
- HWS (High Water Spring) adalah elevasi rata-rata muka air tertinggi (pasang)

Data pasang surut yang digunakan adalah data sekunder. Nantinya akan dilakukan analisis pengaruh pasang surut pada daerah pengerukan.

2.2.3 Data Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan guna mengetahui parameter dan data-data dari tanah dasar yang akan digunakan untuk perencanaan pengerukan, dermaga, trestle dan reklamasi. Penyelidikan tanah dilakukan dalam dua tahap yaitu penyelidikan lapangan dan analisis laboratorium. Penyelidikan lapangan yang dilakukan biasanya berupa pemboran (boring) yang bertujuan untuk mendapatkan undisturbed sample dari tanah, pengujian SPT untuk mendapatkan nilai N-SPT yang menunjukkan besar kekerasan tanah, dari nilai SPT yang didapatkan ini dapat digambarkan stratigrafi tanah yaitu lapisan tanah berdasarkan SPT atau kekerasannya, serta penyelidikan Vane Shear Test untuk mendapatkan nilai kohesi dari tanah. Sedangkan analisis laboratorium dilakukan untuk menyelidiki lebih lanjut sampel tanah yang didapatkan.

2.2.4 Data Kapal

Data kapal digunakan untuk mengetahui draft kapal yang dilayani pada alur pelayaran yang akan dikeruk. Hal ini berpengaruh pada pemilihan metode pelaksanaan pengerukan yang akan dilakukan.

2.3 Evaluasi Layout

2.3.1 Evaluasi Layout Perairan

Dengan menggunakan data-data diatas akan dilakukan evaluasi layout perairan yang akan menentukan alur pengerukan apakah sesuai dengan perencanaan awal atau akan dibuat alur baru dalam pengerukan.

2.3.2 Analisis Stabilitas Lereng Dinding Pengerukan

Stabilitas lereng dinding pengerukan akan dihitung guna mengetahui kekuatan tanah area keruk dan area longsor lereng. Dari data stabilitas lereng nantinya dapat diketahui kemiringan dasar alur keruk yang paling optimal.

2.4 Pengerukan (Dredging)

2.4.1 Pemilihan Kapal Keruk

Dalam menentukan kapal keruk (*dredger*) yang digunakan dalam pengerukan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis kapal keruk adalah :

1. Jenis tanah
2. Volume pekerjaan
3. Kedalaman dan Lingkungan Perairan

Tiga hal diatas menjadi faktor utama yang mempengaruhi dalam pemilihan kapal keruk dan produktivitas kapal. Berikut ini adalah tabel jenis-jenis kapal keruk dan hubungannya dengan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemilihan Jenis Kapal Keruk dan Jenis Tanah

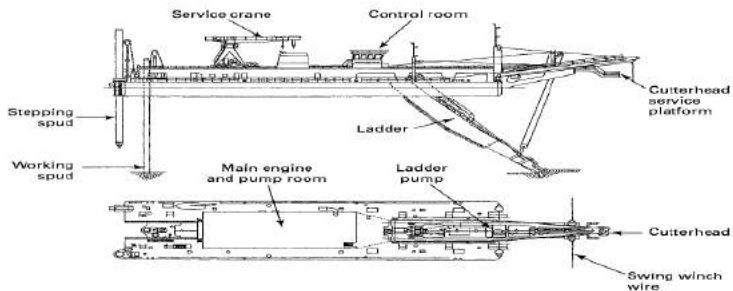
JENIS TANAH			JENIS ALAT KERUK					
Klasifikasi	Keadaan	N	Pump Dredger	Hopper Dredger	Grab Gredger	Bucket Dredger	Dipper Dredger	Rock Breaker
Tanah Lempung	Sangat lunak	< 40	✓	✓	✓	✓		
	Lunak	4	✓	✓	✓	✓		
	Sedang	10	✓	✓	✓	✓		
	Keras	10	✓		✓	✓		
	Lebih keras	20	✓		✓	✓	✓	✓
	Sangat keras	20	✓		✓	✓	✓	✓
Tanah Kepasiran	Lunak	< 10	✓	✓	✓	✓		
	Sedang	10	✓	✓	✓	✓		
	Keras	20	✓	✓	✓	✓		
	Lebih keras	20	✓		✓	✓	✓	✓
	Sangat keras	30	✓		✓	✓	✓	✓
Tanah Lempung Berkerikil	Lunak	< 30	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Keras	> 30	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tanah Kepasiran Berkerikil	Lunak	< 30	✓		✓	✓	✓	✓
	Keras	> 30	✓		✓	✓	✓	✓

(sumber : Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi, Depatemen Perhubungan, 2006)

2.4.2 Cutter Suction Dredger (CSD)

Kapal Keruk berdasarkan cara penggalian dan operasinya dapat dibagi dalam 3 jenis, yaitu cara mekanik, cara hidrolik dan cara hidrodinamik. Kapal keruk Hidrolik itu mencakup seluruh peralatan keruk yang menggunakan Pompa sentrifugal dalam

sistem transportasinya memindahkan material hasil pengerukan. CSD diklasifikasikan kedalam kapal keruk Hidrolik, yang memiliki kemampuan untuk mengeruk hampir seluruh jenis tanah (Pasir, Tanah liat, Batu). Adapun detil untuk kapal CSD dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Cutter Suction Dredger
(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Prosedur pekerjaan pengerukan dengan menggunakan Cutter Suction Dredger. Pergerakan CSD dalam mengeruk menggunakan jangkar yang disambung dengan Sling yang diikatkan pada Cutterhead, dengan Winch Draghead ditarik kekiri-kanan untuk memotong material di dalam air. Sedangkan satu Spud bekerja agar CSD tetap pada posisinya. Untuk menggerakkan CSD pada lokasi lain dengan menggunakan Spud (seperti melangkah) salah satu Spud station dan Spud lainnya bergerak maju.

2.4.3 Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)

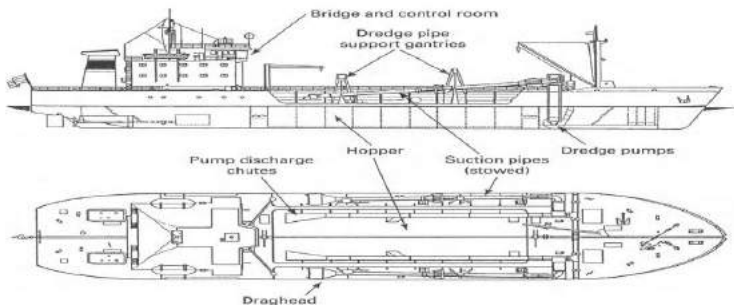
Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) merupakan jenis kapal keruk yang dilengkapi dengan propeller (untuk berlayar) dan ruang muatan material (Hopper). Ukuran dari kapal keruk jenis TSHD ini adalah kapasitas Hopper, dan saat ini sudah berbagai ukuran yang telah dibangun dan dioperasikan. TSHD yng terbesar di dunia adalah TSHD. Leiv Eiriksson dan TSHD.

Christobal Colon. Adapun berbagai ukuran untuk TSHD berdasarkan kapasitas hopper dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Ukuran TSHD Berdasarkan Kapasitas Hopper
(sumber: International Association of Dredging Companies)

Kapal TSHD dapat dioperasikan disegala medan dan cuaca, karena kapal ini dilengkapi dengan alat gerak untuk berlayar sendiri. TSHD merupakan jenis kapal keruk yang cepat pertumbuhan dan perkembangannya, karena banyak permintaan terhadap kapal ini dan serba guna/multi purpose. Adapun detail dari bagian kapal TSHD dapat dilihat pada Gambar 2.3 dibawah ini.



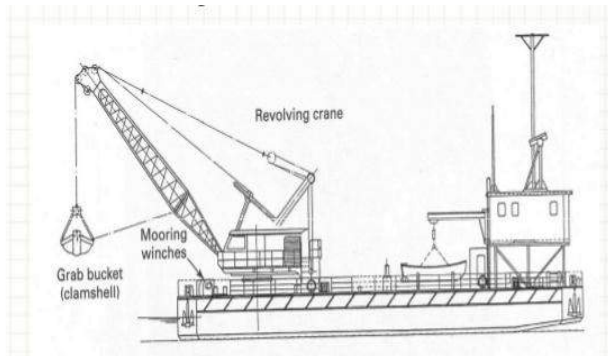
Gambar 2.3 *Trailing Suction Dredger*
(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Waktu overflow menjadi sangat penting pada saat mengeruk material tanah jenis Lumpur dan menentukan kandungan lumpur yang dikeruk, semakin lama mengeruk akan semakin jenuh namun ada titik jenuh dimana pengerukan harus dihentikan. Kejadian ini dapat dimonitor pada Kertas Loading Graph yang ada di kapal. Waktu overflow tergantung dari jenis materialnya, semakin grainsize-nya kecil maka waktu untuk mencapai titik jenuh semakin lama dan waktu overflow semakin lama. Dan harus diperhitungkan secara komprehensif waktu mengeruk dan jarak buangnya, mana yang lebih menguntungkan muatan banyak tetapi waktu lebih lama atau muatan sedikit tetapi waktu lebih cepat. Jika jarak buang jauh maka lebih ekonomis dengan muatan hopper yang penuh.

2.4.4 Grab / Clamshell Dredger

Grab dredger merupakan alat keruk yang paling umum digunakan di dunia, khususnya di Amerika Utara dan Asia. Penggunaan grab dredger cenderung simple dan mudah karena proses pengerukan dilakukan saat kapal sedang diam. Kapal keruk biasanya di tambatkan dengan jangkar atau menggunakan spud.

Kapasitas dari grab dredger sendiri bergantung pada volume grabber yang digunakan. Umumnya ukuran grab yang digunakan bervariasi antara 1 m^3 – 200 m^3 . Adapun detil untuk kapal grab dredger dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Grab Dredger

(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

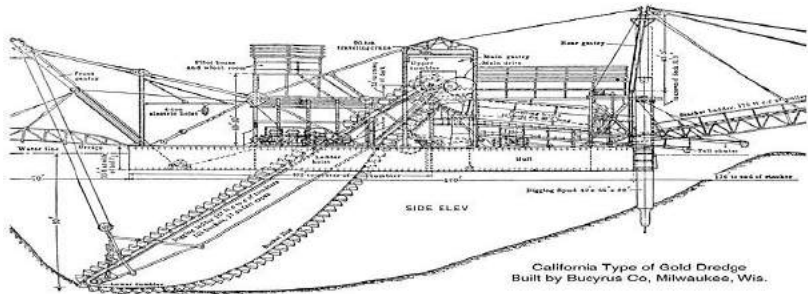
Pada penggunaan grab dredger, metode penjangkaran dan penempatan memiliki peran besar dalam efektivitas pengerukan. Produktivitas dari grab dredger sendiri bergantung pada jenis tanah yang dikeruk.

2.4.5 Bucket Ladder Dredger

Bucket ladder dredger merupakan kapal keruk yang stasioner, dimana terdapat barisan ember (bucket) yang tersusun pada semacam tangga (ladder). Untuk lebih detilnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Kapasitas keruk kapal ini bergantung pada ukuran ember (bucket) yang digunakan, ukuran bucket yang ada berkisar dari 30 liter – 1200 liter.

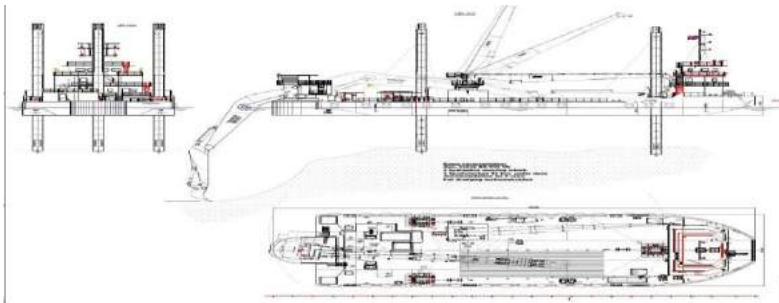
Pada kapal keruk jenis bucket diperlukan 6 kabel untuk menempatkan kapal. Kabel jangkat pada bucket ladder bias mencapai 1000. Hal ini untuk menghindari tergesernya kabel jangkar yang dapat menyebabkan berkurangnya radius pengerukan.



Gambar 2.5 *Bucket Ladder Dredger*
(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

2.4.6 Dipper Dredger

Dipper dredger atau biasa dikenal dengan backhoe dredger merupakan tipe kapal keruk mekanik dan bersifat stationer. Berikut ini dapat dilihat detil dari dipper dredger pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Dipper Dredger*
(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Dipper dredger sendiri memiliki batas maksimal kedalaman keruk sedalam 25 m. Ukuran bucket dipper dredger bervariasi mulai dari $1 \text{ m}^3 - 20 \text{ m}^3$.

2.5 Produktivitas Pengerukan

Produktivitas alat keruk dibutuhkan untuk menghitung kemampuan kapasitas alat dan waktu suatu pekerjaan. Berikut ini adalah urutan perhitungan produktivitas untuk proses pengerukan:

1. Produktivitas alat keruk
2. Produktivitas barge
3. Waktu pengerukan

Untuk metode perhitungan produktivitas sendiri bergantung pada pemilihan kapal keruk yang akan digunakan pada proses pengerukan.

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB III

PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS

3.1 Umum

Dalam perencanaan pengerukan ini diperlukan pengumpulan data dan analisis , data-data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder yang didapat dari berbagai sumber ,diantaranya: data bathymetri, pasang surut, dan data tanah. Data – data ini didapatkan dari salah satu dokumen milik LPPM – ITS yang berjudul *Site Assessment*, Penyusunan lingkup kerja dan estimasi biaya untuk *offshore development* kilang Bontang.

3.2 Bathymetri

Bathymetry merupakan kontur permukaan tanah yang berada di dasar laut yang diukur dari kedalaman 0,00 m LWS. Penjelasan lebih dalam sudah dibahas pada subbab 2.2.1.

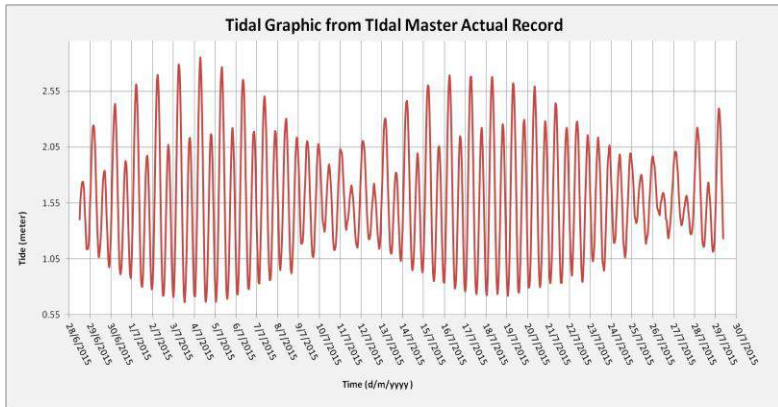
Dari data yang didapat, diketahui bahwa masing-masing zona membutuhkan pengerukan. Peta bathymetri zona pengerukan dapat dilihat pada Gambar 1.1. Berikut ini kedalaman pengerukan yang dibutuhkan di masing-masing zona :

- Jetty 1 dan 2 : -10.00 m LWS
- *Island Berth* : -20.00 m LWS
- *Access Channe l* : -20.00 m LWS
- SPM : -30.00 m LWS

3.3 Pasang surut

Pasang Surut adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh adanya pengaruh gaya tarik Matahari terhadap Bumi dan terhadap Bulan. Penjelasan tentang pasang surut dapat dilihat pada subbab 2.2.2.

Data yang didapat untuk pasang surut sendiri berasal dari survey dengan alat *TideMaster Actual Record* yang dianalisa oleh T-Tide selama 32 hari pengamatan yaitu dari tanggal 28 Juni 2015 sampai 30 Juni 2015 yang dilakukan oleh DISHIDROS TNI – AL. Hasil pengukuran pasang surut lihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Grafik Pasang Surut
(Sumber: DISHIDROS TNI – AL)

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan pasang surut yang terjadi di Bontang adalah sebagai berikut:

- Tipe pasang surut mixed dominantly semidiurnal tides
- Elevasi HWS (High Water Spring) pada $\pm 2,46 \text{ mLWS}$
- Elevasi MSL (Mean Sea Level) pada $\pm 1,25 \text{ mLWS}$
- Elevasi LWS (Low Water Spring) pada $\pm 0,00 \text{ MLWS}$
- Beda pasang surut **2,46 m**

Dari hasil bor dan SPT yang dilakukan, diketahui bahwa lapisan tanah di lokasi pengerukan didominasi oleh tanah lempung berlanau. Hal ini dapat dilihat pada hasil tes di titik B4 (Gambar 3.3) dan titik BD7 (Gambar 3.4).

BORE LOG																						
DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N(58 cm)	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties				Mechanical Properties								
						Gravel (%)	Sand (%)	Silts (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Dry Density (kg/m^3)	Specific Gravity G_s	Porosity n	Void Ratio e	Uncorrected Test eq kg/cm^2	Direct Shear Test		Atterberg Test		Oedometer Test		
																σ kg/cm^2	τ ($^\circ$)	LL %	PL %			
0		0 20 40 60 80																				
1			Silty Sand with minor organic	Grey Brown	1 + 1 + 1 = 3 1.00 - 1.50 m	12.49	72.54	15.96	0.00	25.81	1.494	2.698	0.410	0.895	0.27	16		NON PLASTIS	.	.		
2			Clayey Silt with minor organic		4 + 7 + 8 = 19 4.00 - 4.50 m	0.00	7.39	53.89	38.52	40.82	1.248	2.614	0.516	1.067	0.30	0.37	8	76.41	35.20	41.21	.	.
3			Silty Sand		0 + 8 + 1 = 9 7.00 - 7.50 m	3.13	98.66	6.21	0.00	18.77	1.541	2.705	0.337	0.508	0.19	21		NON PLASTIS				
4			Clayey Silt		1 + 1 + 2 = 3 10.00 - 12.50 m	0.00	2.21	52.89	44.90	53.52	1.119	2.608	0.383	1.387	0.29	0.38	6	79.53	37.31	42.22		
5			Silty Sand	White Grey	6 + 10 + 15 = 31 13.00 - 15.50 m	0.00	93.77	6.23	0.00	45.00	1.493	2.694	0.348	1.212	0.17	23		NON PLASTIS	.	.		
6			Clayey Silt with Sand, Gravel		3 + 6 + 7 = 16 16.00 - 18.50 m	0.06	94.72	5.22	0.00	17.10	1.222	2.642	0.311	0.432	0.17	23		NON PLASTIS				
7			Sandy Silt with Gravel	Grey	5 + 8 + 18 = 31 19.00 - 21.50 m	10.58	11.40	49.54	37.48	34.28	1.337	2.673	0.478	0.915	0.37	0.35	9	72.24	32.13	40.12		
8			Gravel and Sand		6 + 15 + 17 = 38 22.00 - 24.50 m	16.77	35.74	47.49	0.00	32.13	1.445	2.688	0.463	0.864	0.29	13		NON PLASTIS				
9				Grey White	9 + 14 + 19 = 42 25.00 - 27.50 m	45.45	43.37	11.17	0.00	42.46	1.392	2.722	0.536	1.156	0.24	17		NON PLASTIS				

Gambar 3.4 Grafik Elevasi-NSPT dan Jenis Tanah di Titik BD7
(sumber : LPPM-ITS Surabaya)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV EVALUASI LAYOUT PERAIRAN

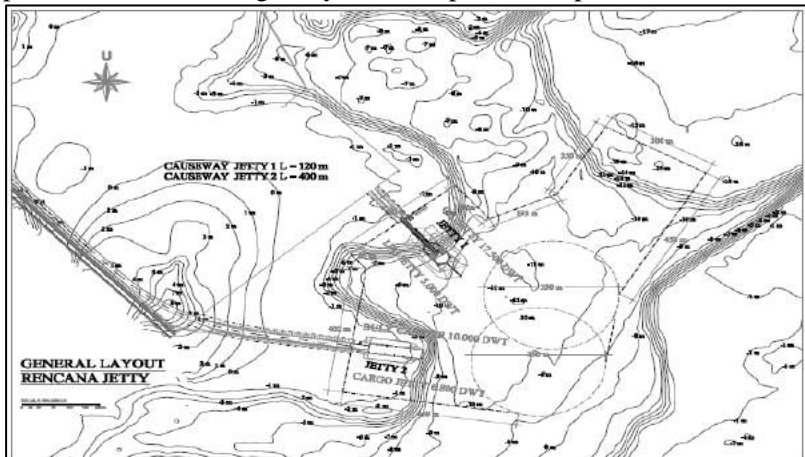
4.1 Umum

Evaluasi layout merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk dilakukan, hal ini bertujuan untuk menentukan apakah perencanaan pengerukan yang dilakukan sudah memenuhi spesifikasi dan sesuai dengan standart perencanaan yang ada. Perencanaan layout pengerukan zona A, B, C, dan D ini harus direncanakan dengan tepat sesuai dengan kebutuhan. Sehingga kedalaman perairan dapat memenuhi persyaratan yang ada seperti pada gambar 3.1.

4.2 Rencana Awal Layout Perairan

4.2.1 Rencana Awal Layout Perairan Jetty 1 dan Jetty 2 (zona A)

Dermaga *open pier* pada *Jetty 1* dan *Jetty 2* terletak di perairan Kota Bontang . Layout ini dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 *General Layout* rencana *Jetty 1* dan *Jetty 2*
(sumber: LPPM-ITS Surabaya)

Berdasarkan layout rencana awal diatas, dapat dilihat dimensi dari masing – masing layout rencana awal pada Tabel 4.1

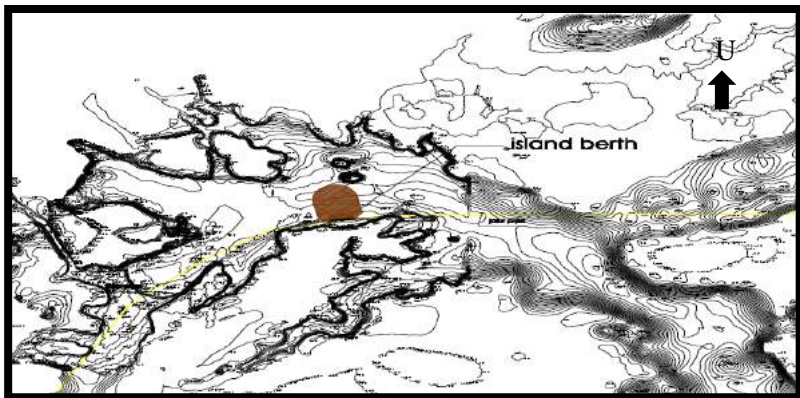
Tabel 4.1 Dimensi rencana awal layout perairan jetty 1 dan 2

	Rencana	Dimensi	Keterangan
I.	Area Penjangkaran		
	Dimensi Area	-	Belum ditentukan
	Jumlah Area	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
II.	Alur Masuk		
	Panjang	-	Belum ditentukan
	Lebar	300 m	-
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
III.	Kolam Putar		
	Diameter	350 m	untuk 2 dermaga
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
IV.	Kolam Dermaga		
	Panjang	-	Belum ditentukan
	Lebar	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	-2 mLWS	-

4.2.2 Rencana Awal

4.2.3 Island Berth (zona B)

Dermaga *open pier* pada dermaga *Island Berth* di perairan Kota Bontang direncanakan bisa melayani kapal tanker 85.000 DWT. *Layout* rencana awal yang digunakan dalam tugas akhir ini dibuat oleh tim LPPM – ITS Surabaya. Lokasi dermaga pada peta bathymetri dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 *General Layout rencana dermaga Island Berth*
(sumber: LPPM-ITS Surabaya)

Berdasarkan layout rencana awal diatas, dapat dilihat dimensi dari masing – masing komponen pada layout rencana awal pada Tabel 4.2 Dimensi rencana awal layout perairan Island Berth

Tabel 4.2 Dimensi rencana awal layout perairan Island Berth

	Rencana	Dimensi	Keterangan
I.	Area Penjangkaran		
	Dimensi Area	-	Belum ditentukan
	Jumlah Area	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
II.	Alur Masuk		
	Panjang	-	Belum ditentukan
	Lebar	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
III.	Kolam Putar		
	Diameter	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	-	Belum ditentukan
IV.	Kolam Dermaga		
	Panjang	-	Belum ditentukan
	Lebar	-	Belum ditentukan
	Kedalaman	- 20 mLWS	-

4.3 Evaluasi *Layout* Perairan

Berikut ini adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan luas dan kedalaman perairan yang dibutuhkan oleh kapal.

4.3.1 Jetty 1 (zona A)

- **Area penjangkaran**

1. Jumlah antrian kapal

Karena hanya direncanakan untuk 4 dermaga dan nilai *Berth Occupancy Ratio* (BOR) dari dermaga ini dibawah 0,3, maka dapat ditentukan bahwa kapal yang mengantri (N) sebanyak 8 buah.

2. Kedalaman area penjangkaran

Lokasi area penjangkaran direncanakan pada area sebelum alur masuk. Diperkirakan pada lokasi ini kedalaman perairan sekitar – 12 mLWS.

3. Area kapal menunggu

Lokasi kapal menunggu ini berada di sisi terluar area penjangkaran. Jari – jari area berlabuh tiap kapal untuk penjangkaran yang baik dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$R = LoA + 6 \cdot D$$

$$R = 158 + 6 \cdot (10 + 2,5) = 233 \text{ m}$$

Luas area kapal menunggu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_1 = N \cdot \pi \cdot R^2$$

$$A_1 = 8 \cdot \pi \cdot 233^2 = 1363740 \text{ m}^2$$

4. Area keperluan keadaan darurat

Lokasi area keadaan darurat ini berada di sisi terpencil perairan. Luas area keadaan darurat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_2 = N / 2 \cdot \pi \cdot R^2$$

$$A_2 = 4 / 2 \cdot \pi \cdot 233^2 = 341107,8 \text{ m}^2$$

• **Alur masuk**

1. Tipe alur masuk

Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, jumlah dermaga ini berjumlah 2 dan jumlah kapal yang mengantri sebanyak 4 buah maka tipe alur masuk yang digunakana adalah *two way traffic*.

2. Kedalaman alur masuk

Dengan kondisi perairan yang tenang, kedalaman alur masuk dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$D = 1,15 \cdot \text{Draft}$$

$$D = 1,15 \cdot 7,0 = 8,05 \text{ m} \approx 8,50 \text{ m}$$

3. Lebar alur masuk

Direncanakan alur masuk merupakan *two way traffic*. Lebar alur masuk dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$W = 2 \cdot \text{LOA}$$

$$W = 2 \cdot 158 = 316 \text{ m} \approx 320 \text{ m}$$

4. Panjang alur masuk (*stopping distance*)

Direncanakan kapal bergerak dengan kecepatan 16 knot. Panjang alur masuk dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Sd \text{ min} = 7 \cdot \text{LoA}$$

$$Sd \text{ min} = 7 \cdot 158 = 1106 \text{ m} \approx 1110 \text{ m}$$

• **Kolam putar (*Turning Basin*)**

1. Kedalaman kolam putar

Dengan kondisi perairan yang tenang, kedalaman kolam dermaga dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$D = 1,1 \cdot \text{Draft}$$

$$D = 1,1 \cdot 7,0 = 7,7 \text{ m} \approx 8,00 \text{ m}$$

2. Diameter kolam putar

Diameter kolam putar dihitung dengan persamaan berikut:

$$Db = 2 \cdot \text{LoA}$$

$$Db = 2 \cdot 158 = 316 \text{ m} \approx 320 \text{ m}$$

• **Kolam dermaga**

1. Kedalaman kolam dermaga

Dengan kondisi perairan yang tenang, kedalaman kolam dermaga dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$D = 1,1 \cdot \text{Draft}$$

$$D = 1,1 \cdot 7,0 = 7,7 \text{ m} \approx 8,00 \text{ m}$$

2. Lebar kolam dermaga

Lebar kolam dermaga dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$W = 1,25 \cdot \text{Breadth} + 50 \text{ m}$$

$$W = 1,25 \cdot 21 + 50 = 76,25 \text{ m} \approx 80,00 \text{ m}$$

3. Kebutuhan pengerukan

Dikarenakan kebutuhan kedalaman pada kolam dermaga ini kurang mencukupi yakni sedalam – 2 mLWS, maka dibutuhkan pengerukan pada area kolam dermaga. Kedalam pengerukan direncanakan hingga area kolam dermaga memiliki kedalaman minimal -8 mLWS.

4. Panjang kolam dermaga

Direncanakan kolam dermaga berada di depan dermaga. Dengan manuver kapal dibantu kapal pemandu, panjang kolam dermaga dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$L = 1,25 \cdot \text{LoA}$$

$$L = 1,25 \cdot 158 = 197,50 \text{ m} \approx 200,00 \text{ m}$$

• **Hasil evaluasi *layout* perairan**

Berdasarkan tinjauan ulang *layout* rencana awal maka:

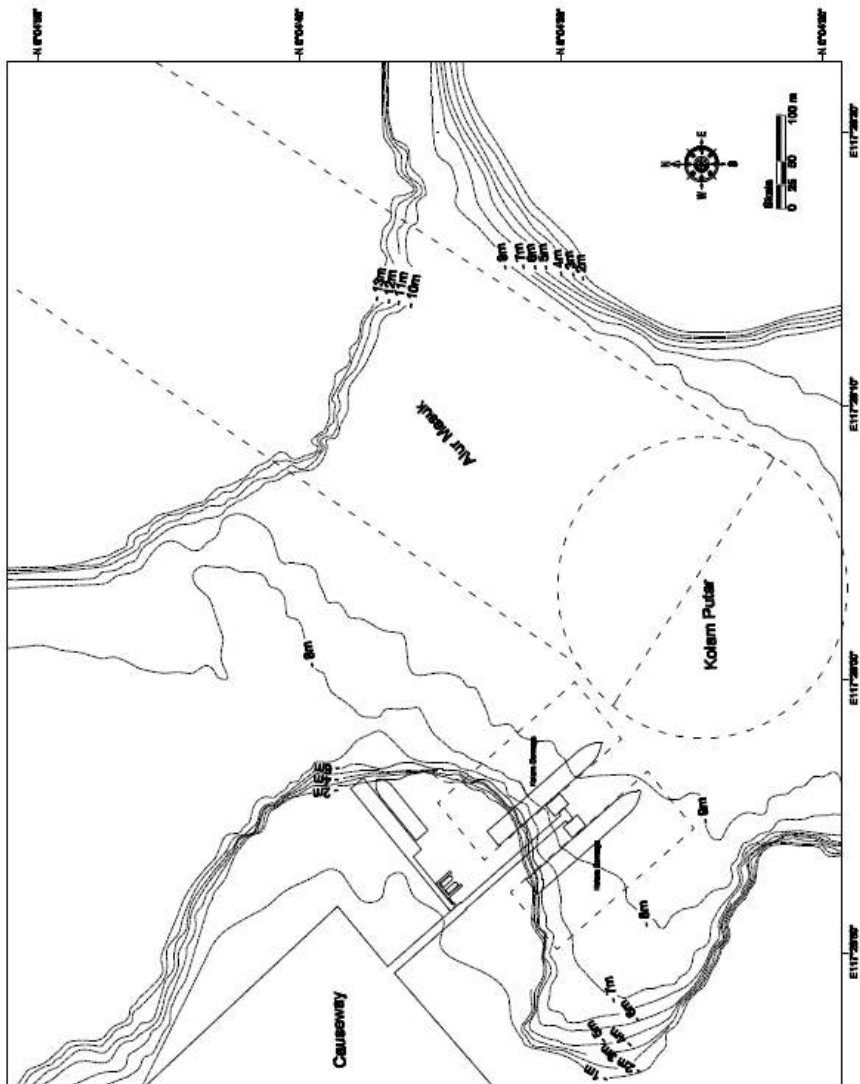
1. Dibutuhkan area penjangkaraan.
2. Dibutuhkan alur masuk baru.
3. Dibutuhkan kolam putar dengan diameter yang lebih kecil.
4. Dibutuhkan panjang kolam dermaga baru.
5. Dibutuhkan lebar kolam dermaga baru.
6. Dibutuhkan pengerukan di area kolam dermaga hingga sedalam minimal 8 m.

Dari perhitungan sebelumnya maka didapatkan rekapitulasi kebutuhan *layout* perairan dermaga *open pier* pada Tabel 4.3. Sedangkan *layout* perairan hasil evaluasi dapat dilihat pada Gambar 4.3

Error! Reference source not found..

Tabel 4.3 Hasil evaluasi *layout* perairan zona A

	Kebutuhan	Dimensi	Keterangan
I.	Area Penjangkaran		
	Jumlah kapal	8 kapal	Baru
	Luas Area	1.364.740 m ²	Baru
	Kedalaman	- 12 mLWS	Pengerukan
II.	Alur Masuk		
	Tipe Alur Masuk	2 way traffic	Baru
	Panjang	1110 m	Baru
	Lebar	320 m	Baru
	Kedalaman	- 8 mLWS	Pengerukan
III.	Kolam Putar		
	Diameter	320 m	Baru
	Kedalaman	- 8 mLWS	Pengerukan
IV.	Kolam Dermaga		
	Panjang	200 m	Baru
	Lebar	80 m	Baru
	Kedalaman	- 8 mLWS	Pengerukan



Gambar 4.3 Kebutuhan *Layout* Perairan untuk *jetty I*
Koordinat (0°04'32.4"N 117°28'51.4"E)

4.3.2 Island Berth (zona B)

- Alur masuk

1. Lebar alur masuk

Untuk menentukan lebar alur masuk, hal-hal yang harus diperhatikan adalah kemungkinan kapal akan berpapasan dengan kapal lain atau tidak. Dalam perencanaan ini, direncanakan kapal tidak berpapasan (*one way traffic*), hal ini dikarenakan lokasi *Island Berth* berada disekitar alur pelayaran sehingga pada dermaga ini hanya direncanakan untuk bertambat satu kapal saja. Sehingga :

$$\begin{aligned} W &= 1 \times \text{LOA} \\ &= 1 \times 242 = 242 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, lebar alur masuk memiliki lebar sebesar 242 meter.

2. Panjang alur masuk (stopping distance)

Untuk menentukan panjang alur masuk, hal-hal yang harus diperhatikan adalah kemampuan kapal untuk menurunkan kecepatan dari kecepatan pada saat kapal berada di perairan bebas menjadi berhenti dengan kondisi mesin masih dalam keadaan hidup. Panjang minimum untuk kapal 85.000 DWT dengan kecepatan jelajah direncanakan kapal bergerak dengan kecepatan 5 knots

$$\begin{aligned} S_d \text{ min} &= 3 \times \text{LOA} \\ &= 3 \times 242 = 726 \text{ m} \approx 726 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi panjang alur masuk yang dibutuhkan kapal 85.000 DWT agar dapat adalah 726 m. Kedalaman untuk panjang alur masuk disesuaikan dengan kedalaman alur masuk.

3. Kedalaman alur masuk

Untuk menentukan kedalaman alur masuk, hal-hal yang harus diperhatikan adalah kecepatan kapal ketika mendekati dermaga untuk perairan tenang atau tertutup dan kondisi dasar laut dari perairan yang akan ditinjau. Kedalaman minimum untuk perairan terbuka dan kecepatan kapal >15 kts adalah $1.1 \times \text{draft}$. Sehingga kedalaman alur masuk Direncanakan kedalaman kapal di depan dermaga

$$\begin{aligned} D &= 1.15 \times \text{Draft} \\ &= 1.15 \times 12.92 = 14,858 \text{ m} \approx 15 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi kedalaman perairan pada alur masuk yang dibutuhkan kapal 85.000 DWT agar dapat melintas adalah -15 mLWS.

4. Kebutuhan kolam putar (turning basin)

Kolam putar direncanakan berada pada depan dermaga dan kapal bermanuver dengan di pandu

$$Db = 2 \times LOA$$

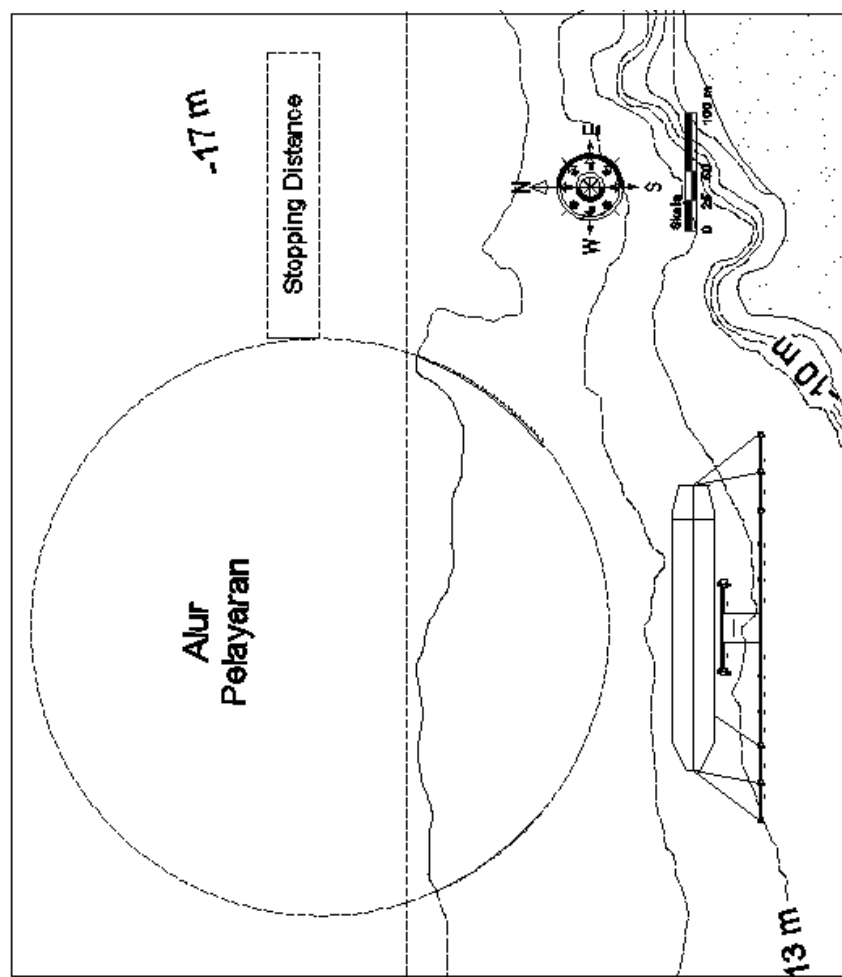
$$= 2 \times 242 = 484 \text{ m} \approx 490 \text{ m}$$

Jadi, area kolam putar (*turning basin*) memiliki diameter sebesar 490 meter.

Hasil evaluasi layout perairan untuk zona B dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.4.

Tabel 4.4 Hasil evaluasi *layout* perairan zona B

	Kebutuhan	Dimensi	Keterangan
I.	Area Penjangkaran		
	Jumlah kapal	-	-
	Luas Area	-	-
	Kedalaman	-	-
II.	Alur Masuk		
	Tipe Alur Masuk	one way traffic	Baru
	Panjang	730 m	Baru
	Lebar	250 m	Baru
	Kedalaman	- 15 mLWS	Pengerukan
III.	Kolam Putar		
	Diameter	490 m	Baru
	Kedalaman	- 15 mLWS	Pengerukan
IV.	Kolam Dermaga		
	Panjang	310 m	Baru
	Lebar	45 m	Baru
	Kedalaman	- 15 mLWS	Pengeruka



Gambar 4.4 Layout Perairan Island Berth
Koordinat (0°04'32.4"N 117°28'51.4"E) skala 1:10000

Dengan menggunakan perhitungan yang sama pada zona-zona lainnya maka didapatkan hasil sebagaimana tertera pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perencanaan Evaluasi Layout Pada Zona A, B, C, D

	Kebutuhan	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
I.	Area Penjangkaran				
	Jumlah kapal	8 kapal	-	-	1 kapal
	Luas Area	1.364.740 m ²	-	-	418330 m ²
	Kedalaman	- 12 mLWS	-	-	- 25 mLWS
II.	Alur Masuk				
	Tipe Alur Masuk	two way traffic	one way traffic	one way traffic	-
	Panjang	1110 m	730 m	730 m	-
	Lebar	320 m	250 m	250 m	-
	Kedalaman	- 8 mLWS	- 15 mLWS	- 15 mLWS	-
III.	Kolam Putar				
	Diameter	320 m	490 m	-	-
	Kedalaman	- 8 mLWS	- 15 mLWS	-	-
IV.	Kolam Dermaga				
	Panjang	200 m	310 m	-	-
	Lebar	80 m	45 m	-	-
	Kedalaman	- 8 mLWS	- 15 mLWS	-	-

Dari perhitungan evaluasi layout perairan didapatkan perbedaan antara rencana awal kedalaman pengerukan dan hasil setelah evaluasi seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbedaan Rencana Pengerukan Awal dan Setelah Evaluasi

Zona	Rencana Awal	Setelah Evaluasi	Keterangan
A	-10 mLWS	-8 mLWS	Keruk
B	-20 mLWS	-15 mLWS	Keruk
C	-20 mLWS	-15 mLWS	Tidak
D	-30 mLWS	-25 mLWS	Tidak

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

ANALISIS STABILITAS LERENG Pengerukan

5.1 Umum

Dalam perencanaan pengerukan ini akan dilakukan analisis stabilitas lereng. Hal ini dilakukan agar kekuatan lereng terjaga dan dapat dilakukan pengerukan perawatan (maintenance) setelah proses pengerukan awal dilakukan.

5.2 Analisis Stabilitas Lereng Pengerukan

Analisis stabilitas lereng pengerukan dilakukan agar tidak terjadi longsor pada lereng pengerukan sehingga dibutuhkan program GEO-STUDIO 2007 agar didapatkan kemiringan lereng (slope) yang tepat.

Menurut Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pelabuhan dan Pengerukan serta Direktorat Jenderal Perhubungan melalui Departemen Perhubungan tahun 2006 terdapat syarat-syarat kemiringan slope alur seperti pada Tabel 5.1 berikut.

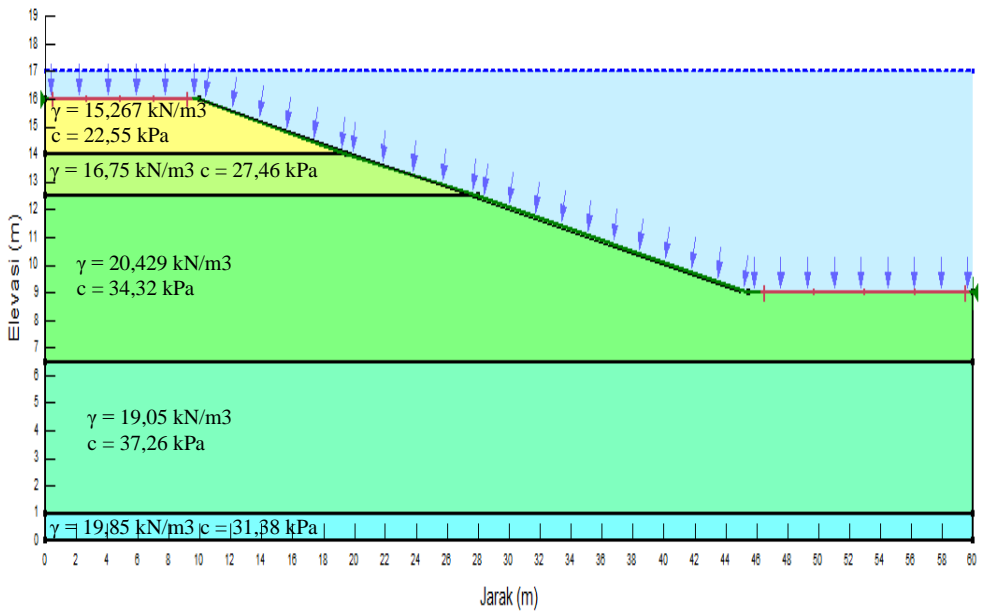
Tabel 5.1 Slope alur berdasarkan jenis material/nilai N

Klasifikasi	Nilai N	Jenis Tanah	Slope
Tanah Lempung	< 4	Very Soft	1 : 3-5
	4 - 6	Soft	1 : 3
	6 - 15	Medium	1 : 2-3
	16 - 25	Stiff	1 : 1,5-2
	>25	Hard	1 : 1-1,5
Pasir	0 – 3	Very Loose	1 : 3
	4 - 10	Loose	1 : 2-3
	10 – 30	Medium	1 : 1,5-2
	30 – 50	Dense	1 : 1-1,5
Kerikil			1 : 1-1,5
Batu			1 : 1

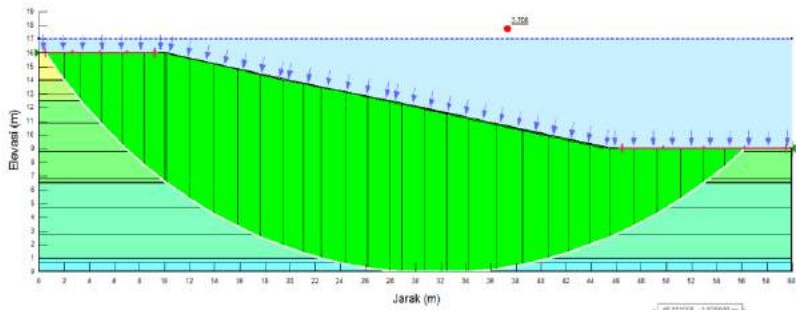
(sumber :Daya Dukung Pondasi Dalam, Herman Wahyudi)

5.2.1 Analisis Stabilitas Lereng Area Jetty

Berdasarkan peraturan pada Tabel 5.1 dan kondisi material tanah pada area jetty yang merupakan tanah lempung berlumpur, maka direncanakan kemiringan slope lereng sebesar 1 : 5. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan program GEO-STUDIO SLOPE/W analisis dengan metode enter and exit pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2, karena tanah yang terendam air maka $\phi(\varphi) = 0$. Data tanah diambil dari titik B4 (Gambar 3.3)



Gambar 5.1 Gambar perencanaan slope pengerukan pada area Jetty



Slip Surfaces

All slip surfaces

Select Slip Surface

☒ 18 ☒ Auto select critical

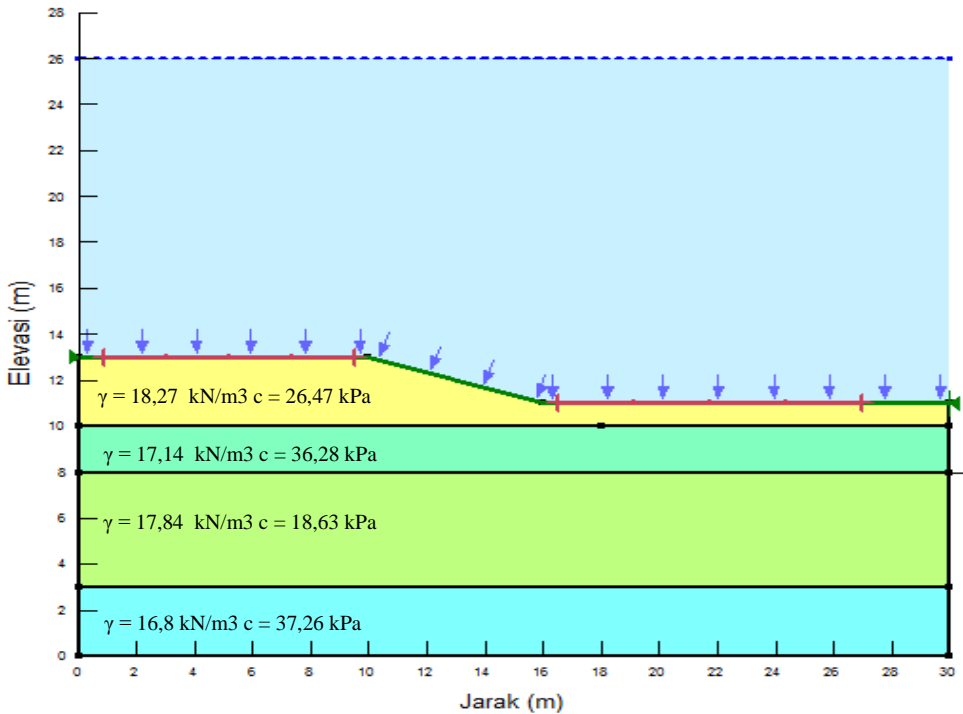
Slip #	F of S	X Cen...	Y Center	Radius	Details
18	3.708	31.57	37.945	38.039	Critical (analysis)
23	3.752	33.162	39.155	40.037	
48	3.773	34.272	38.345	38.698	
43	3.831	32.682	37.136	36.702	
84	3.851	30.154	23.264	24.237	
13	3.854	29.982	36.737	36.044	
59	3.884	29.035	23.615	25.352	
73	3.896	35.384	37.535	37.361	
109	3.906	31.277	22.912	23.126	
54	3.912	27.457	23.09	23.689	
114	3.966	32.852	23.437	24.786	
89	3.975	31.735	23.789	25.902	

Gambar 5.2 Hasil perhitungan stabilitas lereng pada lereng pengerukan area jetty dengan metode *entry and exit*

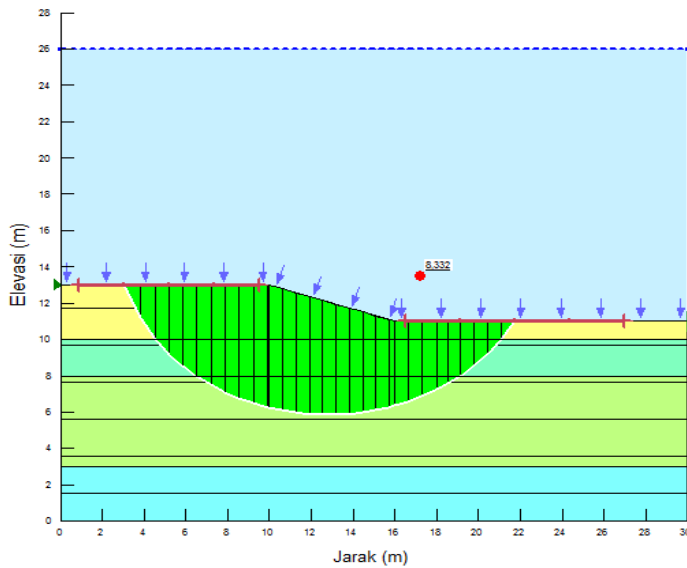
Dari hasil perhitungan diatas didapatkan angka *safety factor* (SF) = 3,708 untuk slope dengan kemiringan 1 : 5, maka didapat perencanaan sesuai dengan stabilitas lereng.

5.2.2 Analisis Stabilitas Lereng Area Island Berth

Berdasarkan peraturan pada Tabel 5.1 dan kondisi material tanah pada area island berth yang merupakan pasir lunak, maka direncanakan kemiringan slope lereng sebesar 1 : 3. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan program GEO-STUDIO SLOPE/W analysis dengan metode *enter and exit* pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Karena tanah yang terendam air maka $\phi(\varphi) = 0$. Data tanah diambil dari titik BD7 (Gambar 3.4)



Gambar 5.3 Gambar perencanaan slope pengerukan pada area Island Berth



Slip Surfaces

All slip surfaces

Select Slip Surface

☒ 39 ☐ Auto select critical

Slip #	F of S	X Center	Y Center	Radius	Details
39	8,332	12,834	16,131	10,287	Critical (ana
69	8,726	15,221	16,207	10,531	
64	8,876	13,927	15,781	9,1684	
23	8,878	14,788	23,074	17,173	
9	9,096	10,447	16,055	10,043	
18	9,138	13,487	22,092	15,543	
34	9,230	11,54	15,704	8,925	
48	9,593	15,874	22,268	15,835	
13	9,849	12,188	21,112	13,917	
43	9,862	14,575	21,288	14,208	
59	9,918	12,639	15,355	7,8124	
94	10,240	16,313	15,857	9,4121	
89	10,469	15,024	15,431	8,0545	
99	10,565	17,608	16,284	10,776	
38	10,757	13,28	20,308	12,585	

Gambar 5.4 Hasil perhitungan stabilitas lereng pada lereng pengerukan area island berth dengan metode *entry and exit*

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan angka *safety factor* (SF) = 8,332 untuk slope dengan kemiringan 1 : 3, maka didapat perencanaan sesuai dengan stabilitas lereng.

BAB VI

PERENCANAAN Pengerukan

6.1 Umum

Pengerukan pada alur masuk perlu dilakukan karena kedalaman yang ada sekarang tidak memenuhi kriteria kedalaman untuk kapal. Untuk itu diperlukan adanya pengerukan. Langkah-langkah dalam merencanakan pengerukan yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan peralatan yang digunakan
2. Metode Pelaksanaan
3. Menghitung produktivitas

6.2 Menentukan Peralatan Pengerukan

Penentuan peralatan pengerukan dipengaruhi beberapa faktor yang telah dibahas pada subbab 2.4.1.

6.2.1 Jenis Tanah

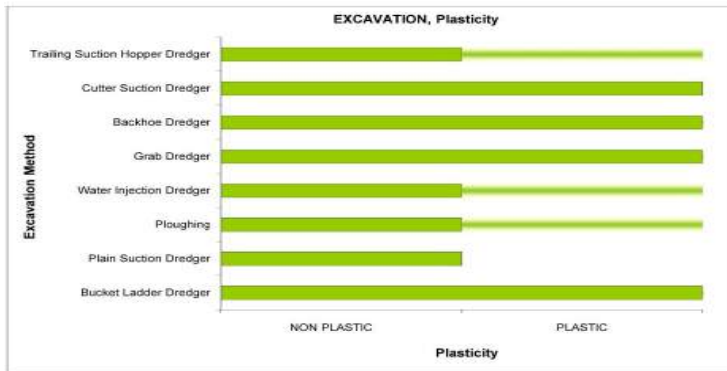
Berikut ini adalah klasifikasi tanah untuk proses pengerukan menurut PIANC (Tabel 6.1). Dari data statigrafi tanah pada subbab 3.4, diketahui bahwa sampai kedalaman -8 mLWS dari seabed jenis tanah yang ada bersifat *silt clay* pada area jetty dan terdapat *coral* pada permukaan tanah keruk. Sementara pada area island berth jenis diketahui bahwa jenis tanah *silty sand*. Hal ini dapat dilihat dari nilai N-SPT berkisar <10..

Untuk pemilihan kapal keruk berdasarkan jenis tanah juga dipertimbangkan hubungan antara plastisitas tanah keruk , teknik pengerukan, dan jenis material keruk seperti pada (Gambar 6.1) dan (Gambar 6.2).

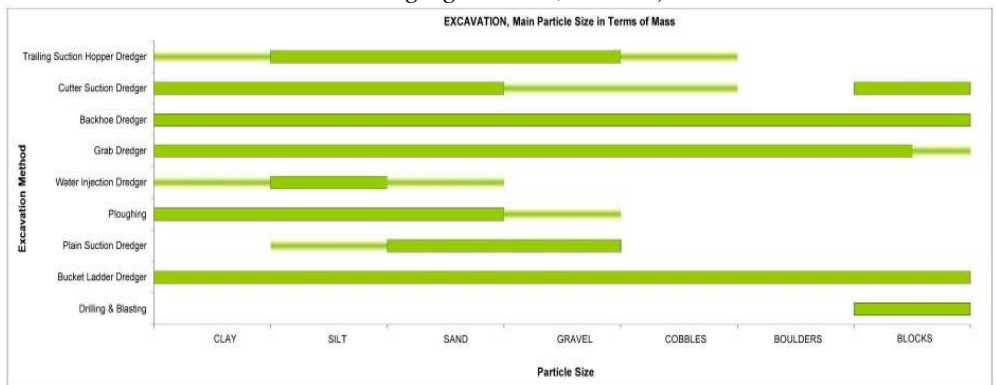
Tabel 6.1 Klasifikasi Tanah

SOIL GROUP		MAIN SOIL TYPE	Main Particle Fraction in Terms of Mass	Particle Fractions		Quantifying Terms for Secondary Materials /		
				Particle Size in mm ⁽¹⁾	Field Identification	Decomposition		
MINERAL SOILS	COHESIONLESS SOILS (COARSE-GRAINED) (soils that do not stick together and remould when wet)	ROCK MASS	rock mass	rock mass	2000	visual examination and measurement		
		BLOCKS	block	block	600			
		BOULDERS	boulder	boulder	200			
		COBBLES	cobble	cobble	60			
		GRAVEL	gravel	gravel	coarse	20	visual examination using indicative sizes	cobble and boulders: low: < 5% medium: 5 - 20% high: > 20% see Section 3.3.1 for indirect estimation of the boulder and cobble content
					medium	6.00		
					fine	2.00		
					match head to pea			
		SAND	sand ⁽²⁾	sand ⁽²⁾	coarse	0.600	all particles visible to the naked eye	sand or gravel: slightly: 5 - 15% sandy or gravelly: 15 - 30% very: 30 - 40% SAND and GRAVEL: > 40%
					medium	0.200		
	semolina to match head				very little cohesion when dry	visual examination using indicative sizes		
	semolina							
	visible, finer than semolina				silt or clay: slightly: 5 - 10% silty or clayey: 10 - 20% very: 20 - 35%			
	fine					0.060		
	COHESIVE SOILS (FINE-GRAINED) (soils that stick together and remould when wet)	SILT	silt ⁽²⁾ or sand	silt ⁽²⁾	coarse	0.020	Grains of coarse silt may only just be visible to the naked eye. Material may have some plasticity but silt can be easily dusted off finger after drying and is easily powdered by finger pressure. Moist silt washes easily off hands.	sand or gravel: slightly: 5 - 20% sandy or gravelly: 20 - 40% very: 40 - 65%
					medium	0.0060		
					fine	0.0020		
0.0020								
CLAY		clay, silt ⁽²⁾ , or sand	clay	Moist sample sticks to fingers, has a smooth, greasy touch and requires effort to wash off. Dry lumps do not powder but shrink and crack during drying and possess moderate to high dry strength.		In case of a combination of silt-like and clay-like behaviour (see Section 3.3.2): clayey silt or silty clay		

(sumber : Classification Of Soils And Rocks For The Maritime Dredging Process, PIANC)



Gambar 6.1 Hubungan Antara Jenis Kapal Keruk dan Plastisitas Material
(sumber : *Classification Of Soils And Rocks For The Maritime Dredging Process, PIANC*)



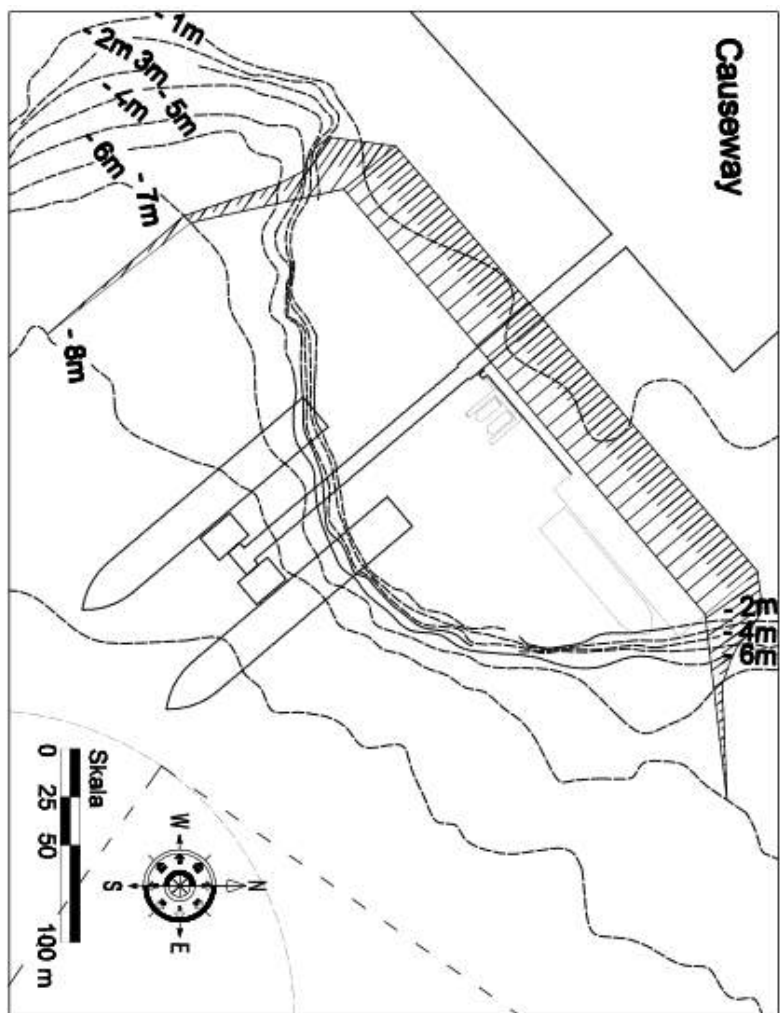
Gambar 6.2 Hubungan Antara Efektivitas Pengangkatan Material Keruk
(sumber : *Classification Of Soils And Rocks For The Maritime Dredging Process, PIANC*)

Dari data yang telah tersaji diatas serta berdasarkan Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi tahun 2006 (lihat subbab 2.2.), maka didapat jenis kapal yang sesuai untuk

digunakan berdasarkan jenis tanah yang ada di area keruk adalah *Cutter Suction Dredger*, *Backhoe Dredger*, dan *Grab Dredger*.

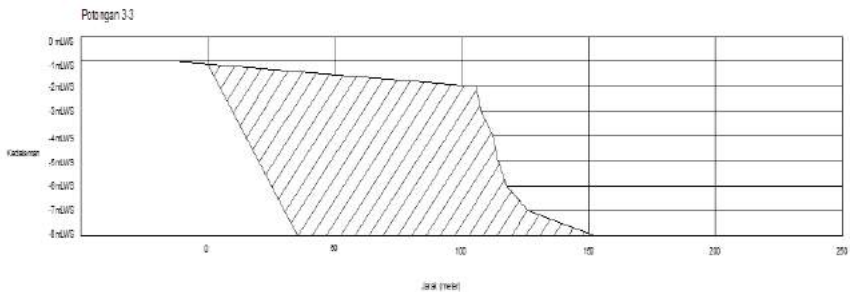
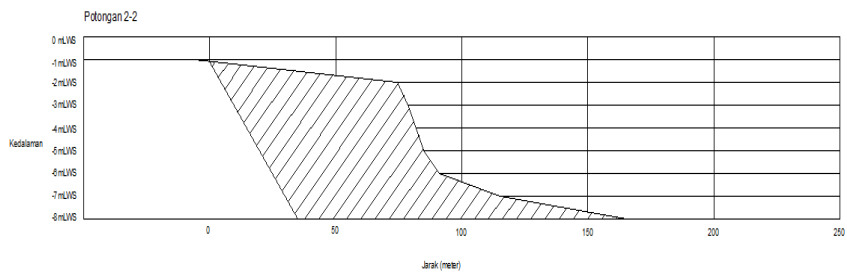
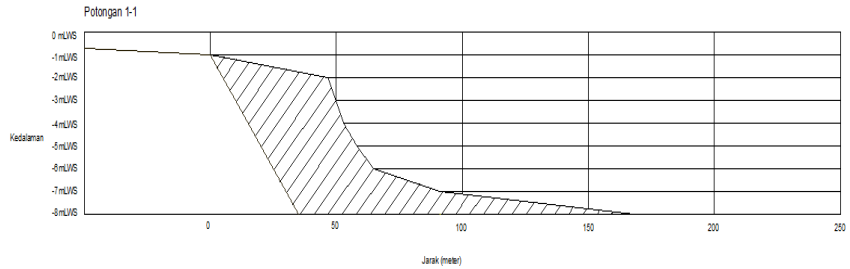
6.2.2 Volume Keruk

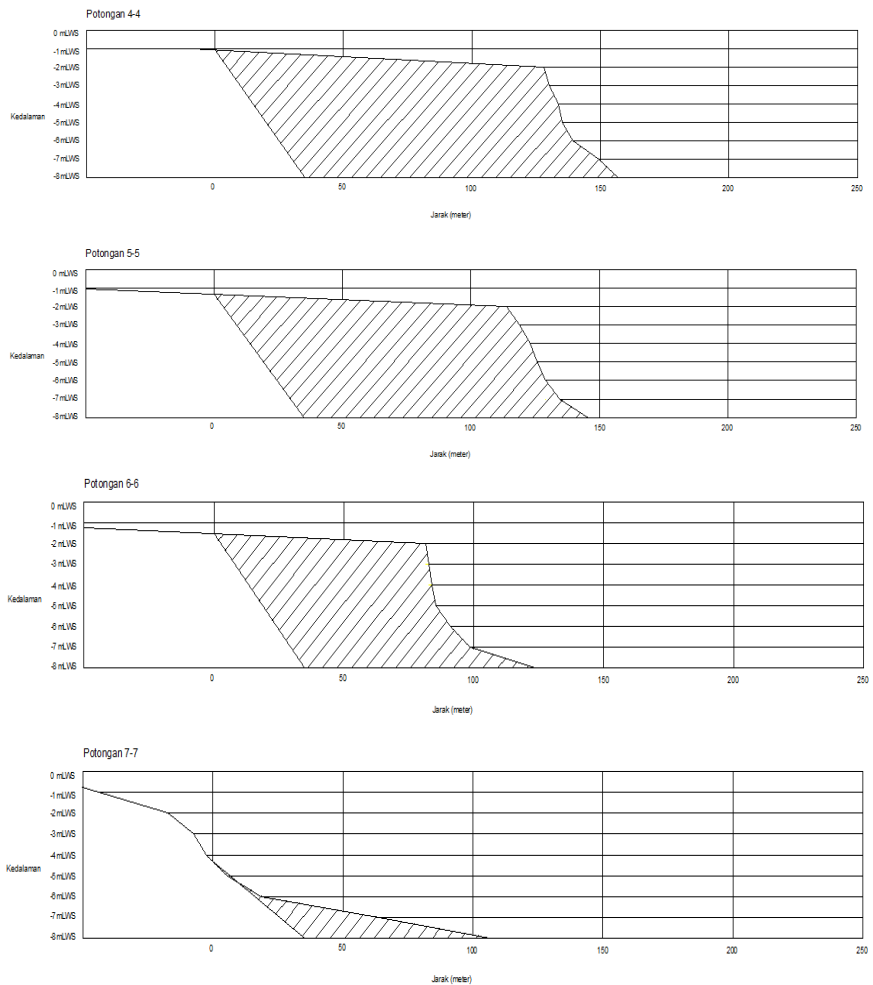
Pada BAB IV dijelaskan bahwa kedalaman kondisi eksisting dengan kebutuhan kapal untuk bersandar tidak terpenuhi. Dalam penentuan volume dilakukan dengan cara membagi-bagi layout yang akan dikeruk dengan beberapa *cross section* lihat Gambar 6.3



Gambar 6.3 Pembagian Area Pengerukan Jetty 1

Dari gambar diatas perhitungan volume keruk dibagi menjadi 7 *cross section*. Berikut merupakan potongan melintang dan tabel perhitungan volume Gambar 6.4 :





Gambar 6.4 *Cross Section* Pengerukan Area Jetty 1

Dari 7 cross section diatas didapatkan volume pengerukan sebagai berikut (Tabel 6.2):

Tabel 6.2 Perhitungan Volume Pengerukan

No.	Potongan	A autocad	A (m ²)	A rata-rata(m ²)	jarak (m)	volume (m ³)
1	1-1	374.437	936.093	936.093	50	46804.625
2	2-2	533.413	1333.533	1134.813	50	56740.625
3	3-3	682.177	1705.443	1519.488	50	75974.375
4	4-4	816.900	2042.250	1873.846	50	93692.313
5	5-5	728.896	1822.240	1932.245	50	96612.250
6	6-6	495.818	1239.545	1530.893	50	76544.625
7	7-7	101.635	254.088	746.816	50	37340.813
					TOTAL	483709.625

Dengan menggunakan metode yang sama didapatkan perhitungan di daerah jetty 2 dan island berth sebagai berikut (Tabel 6.3) :

Tabel 6.3 Rekapitulasi Perhitungan Volume Keruk

No.	Zona	Volume Keruk (m3)
1	Jetty 1	483.709,625
2	Jetty 2	644.449,138
3	Island Berth	75.625,075
	TOTAL	1.203.783.838

Volume pengerukan yang didapat dari perhitungan diatas adalah 1.203.783,838 m³.

Karena terdapat *bulking factor* untuk tanah jenis campuran pasir/gravel/lempung seperti pada Tabel 6.4 diambil besarnya bulking factor sebesar 1,3 , sehingga didapat volume pengerukan sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{bulking factor} \times \text{volume tanah} \\
 &= 1,3 \times 1.203.783,838 \\
 &= 1.564.918,989 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 6.4 *Bulking Factor* pada tanah keruk

Soil type	Bulking factor, <i>B</i>
Hard rock (blasted)	1.50–2.00
Medium rock (blasted)	1.40–1.80
Soft rock (blasted)	1.25–1.40
Gravel, hardpacked	1.35
Gravel, loose	1.10
Sand, hardpacked	1.25–1.35
Sand, medium soft to hard	1.15–1.25
Sand, soft	1.05–1.15
Silts, freshly deposited	1.00–1.10
Silts, consolidated	1.10–1.40
Clay, very hard	1.15–1.25
Clay, medium soft to hard	1.10–1.15
Clay, soft	1.00–1.10
Sand/gravel/clay mixtures	1.15–1.35

(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Setelah didapatkan volume pengerukan dapat dilakukan pemilihan kapal keruk sesuai subbab 6.2.1 dari empat kapal keruk yang memenuhi kriteria dipilih lagi berdasar (Tabel 6.5)

Tabel 6.5 Hubungan Kapal Keruk dan Volume Keruk

Site conditions	Diver driller	Flouting pontoon	Jack-up pontoon	Standard trailer	Cutter suction	Bucket wheel	Grab pontoon	Bucket	Backhoe	Dipper
<i>Quantities</i>										
<10 000 m ³	1	1	2	3	2	2	1	2	1	2
<50 000 m ³	3	1	1	2	1	1	2	1	2	1
<100 000 m ³	N	1	1	1	1	1	3	1	2	2
>300 000 m ³	N	1	1	1	1	1	3	1	3	2
Heavy traffic	N	2	1	1	2	2	2	3	2	2
Confined working	1	1	3	3	3	3	1	3	2	2

Key: 1 = Suitable; 2 = Acceptable; 3 = Marginal; N = Not usually suitable/necessary/applicable

Note: Other factors not referred to may influence the choice of dredger. The table provides only a preliminary engineering guide.

(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hanya kapal keruk CSD saja yang mampu melayani pengerukan hingga lebih dari 1.000.000.000 m³.

6.2.3 Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan keruk ditentukan berdasarkan perhitungan untuk kedalaman rencana serta kemudahan kapal untuk masuk dermaga. Pada perencanaan ini, pekerjaan pengerukan dilakukan di kolam dermaga sampai alur masuk. Dari evaluasi perairan diketahui kedalaman eksisting adalah -1 mLWS untuk area Jetty dan -13 mLWS untuk Island Berth. Dari kedalaman perairan draft kapal minimum dari kapal keruk jenis CSD (1 meter) masih bisa digunakan.

6.2.4 Pemilihan Kapal Keruk

Dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa pada perencanaan ini kapal keruk jenis Cutter Suction Dredger (CSD) adalah yang paling efektif karena sesuai dengan kriteria yang ada mulai dari jenis tanah, volume keruk, hingga kedalaman pengerukan. Dalam perencanaan ini akan digunakan kapal keruk hidrolik CSD dengan nama Damen CSD500 (Gambar 6.5).



Gambar 6.5 Contoh Kapal CSD500 DAMEN
(sumber: brosur DAMEN Dredging Equipment)

Kapal keruk CSD500 DAMEN dengan kapasitas 4000 m³/jam . Berikut adalah spesifikasinya pada Tabel 6.6:

Tabel 6.6 Spesifikasi CSD500 Damen

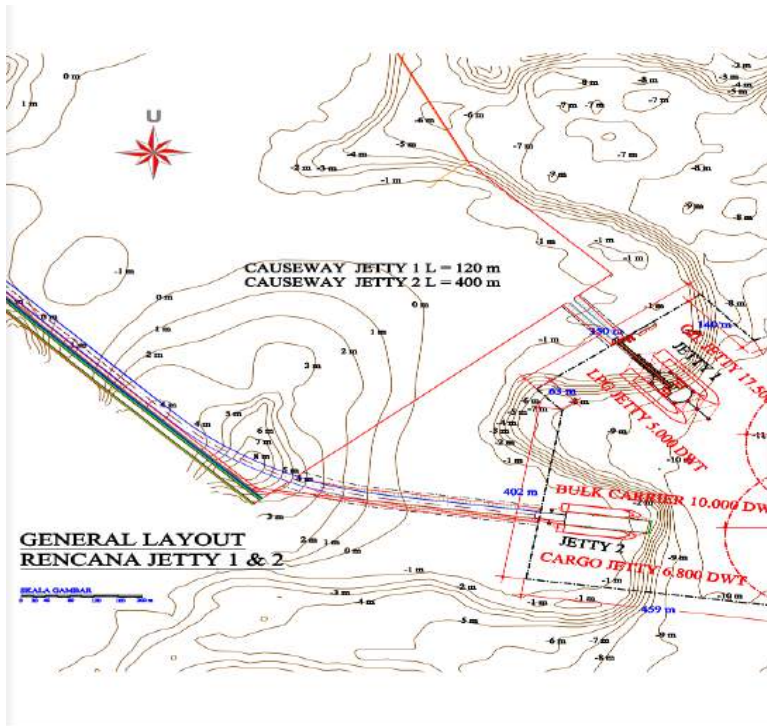
Name		CSD500
Type		Cutter Suction Dredger
Dimension	Length o.a.	19.00 m
	Length over Pontoons	11.50 m
	Beam o.a	4.20 m
	Draught	1.00 m
Dredging Feature	max dredging depth	17 m
	Dredging Width	39.60 m
	Max. Mixture Capacity	4000 m ³ /jam

6.2.5 Pembuangan Material (*Dumping*)

Material hasil kerukan diasumsikan akan digunakan sebagai material reklamasi. Pembuangan material keruk sendiri akan digunakan untuk kebutuhan non-struktural, sehingga kandungan tanah silt-clay dapat digunakan. Lokasi pengerukan berada di sebelah barat laut area jetty, seperti pada Gambar 6.6 dan Gambar 6.7



Gambar 6.6 Area reklamasi



Gambar 6.7 General Layout Jetty 1 dan 2 serta jarak area reklamasi

Dari gambar diatas dapat diketahui jarak dari area pengerukan ke area dumping (reklamasi) sejauh 180 m. Sehingga akan digunakan metode *pump-discharge*.

Sementara untuk area island berth material hasil keruk tidak digunakan untuk reklamasi karena jarak yang terlalu jauh ke area reklamasi. Maka material akan dibuang di lautan lepas menggunakan kapal split barge.

6.3 Metode Pelaksanaan Pengerukan

Sesuai dengan pembahasan pada bab pengerukan, pengerukan yang dilakukan pada kolam dermaga dan kolam putar menggunakan kapal keruk tipe Cutter Suction Dredger (CSD) yang dikombinasikan dengan peralatan pipa untuk pembuangan hasil keruknya. Pelaksanaan pengerukan dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Pra-survey pengerukan (predredged sounding)
2. Proses pengerukan (dredging)
3. Pasca-survey pengerukan (post-dredged sounding)

Untuk penjelasan lebih rinci proses pengerukan akan dijelaskan lebih lanjut.

6.3.1 Pra-Survey Pengerukan

Sebelum memulai pekerjaan pengerukan harus dilakukan survey awal terlebih dahulu. Survey ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi awal areal pengerukan dan juga untuk mengantisipasi bahwa areal yang akan dikeruk tidak ada barang – barang yang berbahaya. Untuk menentukan kontur kedalaman areal pengerukan yang nantinya digunakan untuk perhitungan volume pengerukan, digunakan alat yang disebut echosounder.

6.3.2 Proses Pengerukan Pengerukan

Proses pengerukan memiliki beberapa tahap diantaranya, mixing, transportasi vertikal, transportasi horisontal, dan dumping (membuang). Pada perencanaan ini digunakan dua metode dumping yaitu pump-disharge pada area jetty dan dengan menggunakan split barge pada area island berth. Berikut penjelasan lebih rinci tentang proses-proses tersebut.

1. Mixing (Mengaduk)

Pengadukan material di dasar laut (Gambar 6.8) sebelum diangkat ke kapal.

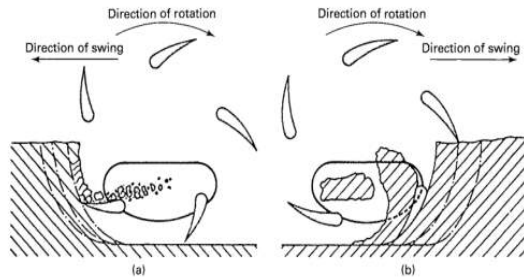


Figure 7.21 Examples of crown cutter action when (a) undercutting and (b) overcutting

Gambar 6.8 Contoh Proses Mixing Pada Sea Bed
(sumber : *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

2. Transportasi vertikal

Pengangkutan material dari area keruk ke atas kapal untuk disalurkan ke pipa pembuangan atau dikumpulkan di hopper (Gambar 6.9).



Gambar 6.9 Contoh Proses Pengangkutan Material Keruk Ke Atas Kapal

3. **Transportasi horisontal**

Penyaluran material keruk ke area dumping, bisa menggunakan pipa (Gambar 6.10) atau menggunakan hopper (Gambar 6.11).



Gambar 6.10 Contoh Penyambungan Pompa Pembuangan (Pump-Discharge)



Gambar 6.11 Contoh Proses Pengisian Barge (Barge Loading)

4. Membuang (*dumping*)

Sesampainya di lokasi buang material dibuang melalui discharge pipe (Gambar 6.12) atau bottom door (Gambar 6.13).

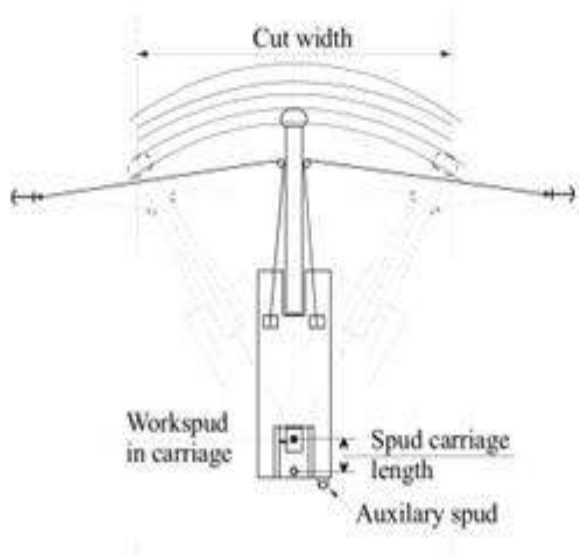


Gambar 6.12 Contoh Proses Pembuangan Material Untuk Reklamasi



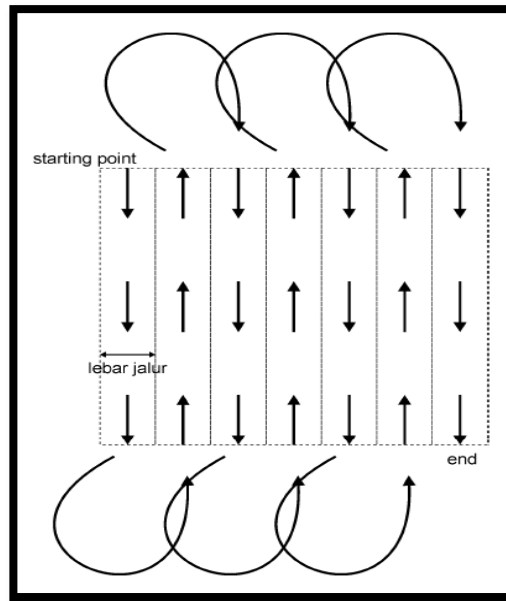
Gambar 6.13 Contoh Split-Barge

Pada proses pengerukan menggunakan CSD, kapal keruk akan bergerak dengan menggunakan spud. Pengoperasian CSD sendiri dapat dilihat pada (Gambar 6.14).



Gambar 6.14 Contoh Pengoperasian *Cutter Suction Dredger* dengan Sistem *Spud Carriage*
 (sumber : *Designing Dredging Equipment*, Prof.Ir. W. J. Vlasblom, 2003)

Proses pengerukan ini dilakukan menurut alur-alur yang direncanakan. Ilustrasi dari layout pengerukan ditunjukkan pada Gambar 6.15. Untuk penjelasan gambar terdapat di lampiran.



Gambar 6.15 Contoh Ilustrasi alur pengerukan

6.3.3 Survey Setelah Pengerukan (Post-Dredged Sounding)

Setelah keseluruhan pengerukan diperkirakan selesai, harus dilakukan survey pada areal pengerukan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan pengerukan yang dilakukan sudah sesuai dengan yang direncanakan.

6.4 Produktivitas Pengerukan

Langkah-langkah dalam menentukan produktivitas pengerukan telah dijelaskan pada subbab 2.5.

6.4.1 Produktivitas Alat Keruk

Dalam perhitungan produktivitas kapal keruk ditentukan oleh beberapa hal diantaranya bulking faktor, produktivitas nominal, dsb. Berikut langkah-langkah menentukan produktivitas alat keruk :

1. Menentukan bulking faktor.
2. Menentukan kapasitas keruk
3. Menentukan Produktivitas nominal
4. Menghitung faktor yang berpengaruh
5. Produktivitas akhir.

Dalam pengerukan dengan kapal hidrolik tanah yang dikeruk akan dicampur dengan air (slurry) untuk memudahkan proses keruk. Begitu juga dengan kapal yang digunakan dalam perencanaan ini, dimana kandungan air sebanyak 60 % dan kandungan tanah yang terserap sebanyak 40 %. Jadi produktivitas dari kapal keruk adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \text{Kapasitas alat keruk} \times \text{kandungan tanah} \\
 &= 4000 \times 40\% \\
 &= 1600 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produktivitas CSD ditentukan oleh variasi kedalaman pengerukan sehingga diperlukan *factor various dredging depth* (f_f). Dalam menentukan besarnya f_f dapat dilihat pada Gambar 6.16. sebelum menentukan besarnya f_f terlebih dahulu dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Jetty

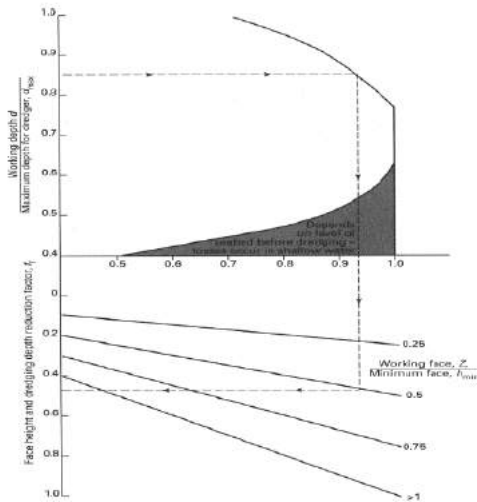
$$\frac{\text{working dpeth (d)}}{\text{max.depth for dredger (dmax)}} = \frac{8.00}{17.00} = 0.47$$

$$\frac{\text{working face (Z)}}{\text{Minimum face (hmin)}} = \frac{4.00}{1.05} = 3.8$$

2. Island Berth

$$\frac{\text{working dpeth (d)}}{\text{max.depth for dredger (dmax)}} = \frac{15.00}{17.00} = 0.88$$

$$\frac{\text{working face (Z)}}{\text{Minimum face (hmin)}} = \frac{2.00}{1.05} = 1.9$$



Gambar 6.16 Faktor Various Dredging Depth (f_f)
(sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, 1996)

Dari grafik diatas besarnya f_f adalah sebesar 0,95. sehingga didapatkan produktivitas nominal sebesar:

$$\begin{aligned} P_{\text{nom}} &= f_f \times \text{Produktivitas} \\ &= 0.95 \times 1600 \\ &= 1520 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai P_{nom} sebesar 1520 m^3/jam , setelah mendapatkan besarnya P_{nom} harus dikalikan dengan faktor delay akibat perpindahan angkur (f_a), faktor delay akibat pemindahan spud (f_p) dan akibat pergantian hopper (f_h). Berikut adalah perhitungan faktor delay:

- $$f_p = \frac{1}{1 + \frac{P_{nom} \times t_p}{z \times p \times b}}$$

dimana, t_p = Waktu untuk pemindahan spud (0.05 h)
 z = tebal rata-rata pengerukan (4 m)
 p = jarak prpindahan spud (2 m)
 b = lebar keruk (39.6 m)

$$f_{p1} = \frac{1}{1 + \frac{1520 \times 0.05}{4 \times 2 \times 39.6}} = 0.81$$

$$f_{p2} = \frac{1}{1 + \frac{1520 \times 0.05}{2 \times 2 \times 39.6}} = 0.67$$

- $$f_a = \frac{1}{1 + \frac{P_{nom} \times f_p \times t_a}{z \times a \times b}}$$

dimana, t_a = waktu memindahkan angkur (0.33 h)
 a = jarak perpindahan angkur (80 m)
 z = tebal rata-rata pengerukan (4 m)
 b = lebar keruk (39.6 m)

$$f_{a1} = \frac{1}{1 + \frac{1520 \times 0.81 \times 0.33}{4 \times 80 \times 39.6}} = 0.97$$

$$f_{a2} = \frac{1}{1 + \frac{1520 \times 0.67 \times 0.33}{2 \times 80 \times 39.6}} = 0.95$$

- $$f_h = \frac{1}{1 + \frac{th \times fa \times P_{nom} \times B}{H}}$$

dimana, t_h = Waktu ganti hopper (20 menit)
 H = Kapasitas Barge (2.000 m³)
 B = Bulking faktor (1,30)

$$f_{h2} = \frac{1}{1 + \frac{0.33 \times 0.95 \times 1520 \times 1.3}{2000}}$$

$$= 0.76$$

Sehingga didapatkan produksi maksimum sebesar:

$$P_{max1} = f_{p1} \cdot f_{a1} \cdot P_{nom}$$

$$= 0.81 \times 0.97 \times 1520$$

$$= 1194 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$P_{max2} = f_{p2} \cdot f_{a2} \cdot f_{h2} \cdot P_{nom}$$

$$= 0.81 \times 0.97 \times 0.76 \times 1520$$

$$= 908 \text{ m}^3/\text{jam}$$

6.4.2 Produktivitas Barge

Barge yang akan digunakan adalah split-hopper barge dari Van Oord Gambar 6.17 dengan spesifikasi sebagai beriku Gambar 6.18



Gambar 6.17 Contoh Split-Hopper Barge
 (sumber : Van Oord Brochure)

Name	Jan Blanken, Jan Leegwater, Pieter Caland and Cornelis Lely		Speed loaded	10.8 kn
Type	Split hopper barge, self propelled		Propulsion	2,236 kW
Classification	Bureau Veritas, I * Hull * Mach * AUT-UMS		Total power installed	3,239 kW
Sailing area	unrestricted navigation			
Dredging area	Dredging within 15 miles from shore or within 20 miles from port, dredging over 15 miles from shore with H.S. ≤ 2.5 m.			
Year of construction	2009			
Dimensions	Length overall	96.10 m		
	Breadth overall	18.03 m		
	Moulded depth	5.90 m		
	Dredging draught mark	5.10 m		
Hopper capacity	2,853 m ³			
Deadweight	5,073 tons at dredging mark			
Tonnage	3,315 GT - 994 NT			

Contact

Van Oord
 PO Box 8574
 3009 AN Rotterdam
 The Netherlands
 T +31 88 8260000
 F +31 88 8265010
 E info@vanoord.com
 I www.vanoord.com

Gambar 6.18 Spesifikasi Spli Hopper Barge
(sumber : Van Oord Brochure)

Produktivitas barge ditentukan oleh siklus waktu dari pengerukan, yaitu *loading time*, *travelling time*, *unloading time*, *return time*. Berikut adalah perhitungan produktivitas barge:

- Loading Time

$$\text{Loading time} = \frac{H}{P_{max}}$$

$$= \frac{2853}{908} = 3,2 \text{ jam}$$

- Travelling time

Travelling time dipengaruhi oleh jarak dumping area dan juga kecepatan dari barge. diasumsikan Jarak dumping area sebesar 20 Km dari area pengerukan dan split barge dengan kecepatan 5 knot saat barge full dan 8 knot saat barge kosong. Sehingga didapatkan travelling time sebesar:

$$\text{Travelling Time} = \frac{\text{jarak dumping area}}{V_{tugboat}}$$

$$= \frac{20000 \text{ m}}{2,5 \text{ m/s}} = 8000 \text{ s}$$

$$= 2,2 \text{ jam}$$

- Unloading Time

Proses pembuangan material diasumsikan selama 6 menit atau 0,1 jam.

- Return Time

Perhitungan waktu kembali sama dengan travelling time yang membedakan hanya pada kecepatan tugboat.

$$\text{Travelling Time} = \frac{\text{jarak dumping area}}{V_{\text{tugboat}}}$$

$$= \frac{20000 \text{ m}}{4 \text{ m/s}} = 5000 \text{ s}$$

$$= 1,4 \text{ jam}$$

Sehingga total siklus waktu yang diperlukan hopper barge selama:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus} &= \text{Loading} + \text{travelling} + \text{unloading} + \text{return} \\ &= 3,2 + 2,2 + 0,1 + 1,4 \\ &= 6,9 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dalam satu siklus tersebut terdapat waktu dredger menganggur jika yang digunakan hanya satu hopper barge. Oleh karena itu dibutuhkan perhitungan banyaknya hopper barge yang dibutuhkan agar dredger dapat bekerja secara berkelanjutan. Berikut adalah perhitungan kebutuhan hopper barge untuk satu alat keruk:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= \frac{\text{waktu siklus} - \text{loading time}}{\text{loading time}} + 1 \\ &= \frac{6,9 - 3,2}{3,2} + 1 \\ &= 2 \text{ hopper barge} \end{aligned}$$

6.4.3 Waktu Pengerukan

Waktu pengerukan diperlukan untuk mengetahui berapa hari yang dibutuhkan sebuah alat keruk untuk dapat menyelesaikan pekerjaannya. Dalam tugas akhir ini digunakan 1 kapal keruk. Berikut adalah perhitungan waktu pengerukan dengan asumsi jam kerja 10 jam/hari :

$$\begin{aligned} T1 &= \frac{V}{Pmax \times n} \\ &= \frac{1128158,763}{1194} = 944,8 \text{ jam} \\ &= 95 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T2 &= \frac{V}{Pmax \times n} \\ &= \frac{75625,075}{1015,12} = 74,6 \text{ jam} \\ &= 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T.total &= T1 + T2 \\ &= 95 + 7 \\ &= 102 \text{ hari} \end{aligned}$$

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB VII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Rencana Anggaran Biaya

Pada subbab ini dijelaskan mengenai prosedur analisis biaya keseluruhan pengerukan. Adapun prosedurnya meliputi:

1. Penentuan harga sewa alat.
2. Analisis harga satuan tiap pekerjaan
3. Perhitungan volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya

7.1.1 Penentuan Harga Sewa Alat

Dalam perencanaan pengerukan harga sewa kapal keruk merupakan biaya utama yang paling besar. Maka dilakukan analisis biaya sewa kapal keruk CSD. Untuk menganalisis kebutuhan biaya sewa CSD dibutuhkan biaya investasi, biaya operasional, serta pajak dari CSD. Nantinya bisa didapatkan harga sewa / m³ yang harus dikeluarkan. Analisis dilakukan dengan metode *payback period* sehingga nilai susut uang tidak diperhitungkan.

1. Biaya Investasi
CSD (4000m³/jam) : Rp 40.000.000.000,00
2. Biaya Operasional
Untuk biaya operasional yang terdiri dari biaya bahan bakar, ABK, air tawar, asuransi, perawatan, dsb. Diambil dari HSPK tahun 2014 sebagai acuan (Tabel 7.1).

Tabel 7.1 HSPK 2014 Untuk Kapal Non-Hopper

Pengerukan dengan Kapal Non Hopper - Karang (95.040 m3)				
123	Biaya Langsung			
123	7011 -BBM dan Pelumas Operasi	ls	198,00	89.522.604,00
123	7008 -Air Tawar	ls	365,00	360.000,00
123	7009 -Tunjangan Keruk	ls	198,00	8.367.000,00
123	7010 -Permakanan	ls	365,00	2.100.000,00
123	7006 -Pemeruman / Survey (Progress Sounding)	ls	18,00	76.416.832,00
123	-Asuransi (P&I Club) (\$4.489)	ls	1,00	41.296.960,00
	Asumsi \$1 = Rp. 9200,-			
123	Biaya Tidak Langsung			
123	-Perawatan/Docking	ls	1,00	1.146.998.000,00
123	-Penyusutan	ls	1,00	756.841.500,00
123	7005 -Gaji ABK	ls/bin	12,00	181.769.000,00
123	-Asuransi (H&M)	ls	0,01	41.296.960,00
123	Biaya Usaha	ls	1,00	1.946.258.544,00
	JUMLAH			27.728.498.335,69

Biaya Operasional : Rp 28.000.000.000,00/thn

Dengan waktu investasi selama 5 tahun, harga jual Rp 20.000.000.000, dan target keuntungan Rp 20.000.000.000. Maka dapat dihitung biaya sewa.

Biaya Sewa = $[(\text{Investasi} + \text{Operasional} + \text{Keuntungan}) - \text{Harga jual}] / \text{waktu investasi}$

Biaya Sewa = $[(40\text{M} + 140\text{M} + 20\text{M}) - 20\text{M}] / 5$
 = 36.000.000.000/tahun
 = 3.000.000.000/bulan

Dengan asumsi per bulan CSD digunakan untuk mengeruk 50.000 m3 tanah maka didapatkan biaya sewa / m3 = Rp 60.000,00.

Setelah didapatkan biaya sewa, dihitung biaya operasional kapal keruk selama 102 hari dengan perhitungan sebagai berikut (Tabel 7.2).

Tabel 7.2 Analisis Biaya Operasional Kapal Keruk

No	Analisis Harga Satuan Pekerjaan	Satuan	Harga Upah	Harga Bahan	Harga Alat	Harga Jadi	Harga Bontang	Volume	Biaya (Rp)
1	Caji ABK	ls/bulan	181.769.000,00	-	-	181.769.000,00	213.760.344,00	3,50	748.161.204,00
2	Survey Pemeruan / Sounding	ls	17.352.832,00	41.944.000,00	17.120.000,00	76.416.832,00	89.866.194,43	1,00	89.866.194,43
3	Penggunaan air tawar kapal	m ³ /hari	-	360.000,00	-	360.000,00	423.360,00	102,00	43.182.720,00
4	Tunjangan Pengerukan	ob	8.367.000,00	-	-	8.367.000,00	9.839.592,00	35,00	344.385.720,00
5	Permakanan Awak kapal	ob	2.100.000,00	-	-	2.100.000,00	2.469.600,00	35,00	86.436.000,00
6	Operasional BBM dan Pelumas	lir/hari	-	89.522.604,00	-	89.522.604,00	105.278.582,30	102,00	10.738.415.395,01
7	Asuransi (P&I Club)	ls	1.098.630,14	-	-	1.098.630,14	1.291.989,04	1,00	1.291.989,04
8	Asuransi (H&M)	ls	1.536.986,30	-	-	1.536.986,30	1.807.495,89	1,00	1.807.495,89
9	Perawatan	ls	82.191.780,82	-	-	82.191.780,82	96.657.534,24	1,00	96.657.534,24
TOTAL BIAYA OPERASIONAL									12.150.204.252,62
BIAYA OPERASIONAL / HARI									119.119.649,54
BIAYA OPERASIONAL / JAM									11.911.964,95
BIAYA OPERASIONAL / M3									9,97652

Dari perhitungan didapatkan biaya operasional/m³ = Rp 9.976,52 sehingga didapatkan total biaya yang diperlukan tiap m³ adalah Rp 69.976,52.

7.1.2 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dalam rencana anggaran biaya ini, tahapan pekerjaan yang dihitung hanya pekerjaan persiapan (pengerukan). Berikut ini adalah rincian kebutuhan biaya pekerjaan (Tabel 7.3).

Tabel 7.3 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Pekerjaan Pengerukan	1.564.918,989	m ³	69.976,52	109.507.584.932,14
2	Pembersihan Lahan	1	set	14.000.000,00	14.000.000,00
3	Mobilisasi dan Demobilisasi	1	set	100.000.000,00	100.000.000,00
4	Administrasi dan Dokumentasi	1	set	10.000.000,00	10.000.000,00
5	Direksi Keet	1	set	15.000.000,00	15.000.000,00
6	Biaya Sebelum Pajak				109.646.584.932,14
Keuntungan 10 %					10.964.658.493,21
PPN 10%					12.061.124.342,54
Total Biaya					132.672.367.767,89

Jadi, total biaya yang dianggarkan untuk pengerukan terminal khusus PT. Badak NGL di Bontang ini adalah sebesar **Rp 132.672.400.000,00.**

BAB VIII KESIMPULAN

8.1 Umum

Dalam bab kesimpulan ini menjelaskan hasil dari bab – bab sebelumnya. Berikut kesimpulan yang didapat dalam tugas akhir Pengerukan Alur Zona A,B,C,D Dalam Lingkungan Tersus PT. Badak NGL, Bontang.

8.2 Kesimpulan

Berdasarkan pada bab-bab sebelumnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dari hasil evaluasi layout didapatkan kedalaman keruk yang dibutuhkan sebesar -8 mLWS untuk area jetty dan -15mLWS untuk area island berth, sementara untuk zona C (alur masuk) dan D (SPM) kedalaman perairan telah mencukupi.
- b. Dari hasil analisis stabilitas lereng didapatkan kemiringan slope pengerukan pada area jetty sebesar 1 : 5 sementara untuk area island berth sebesar 1 : 3.
- c. Volume keruk total sebesar 1.564.918,989 m³
- d. Digunakan kapal keruk hidrolis Cutter Suction Dredger (CSD), Damen CSD500.
- e. Waktu pengerukan diperkirakan selama 102 hari.
- f. Rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam Perencanaan **Pengerukan Alur Zona A,B,C,D Dalam Lingkungan Tersus PT. Badak NGL, Bontang** sebesar:

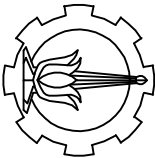
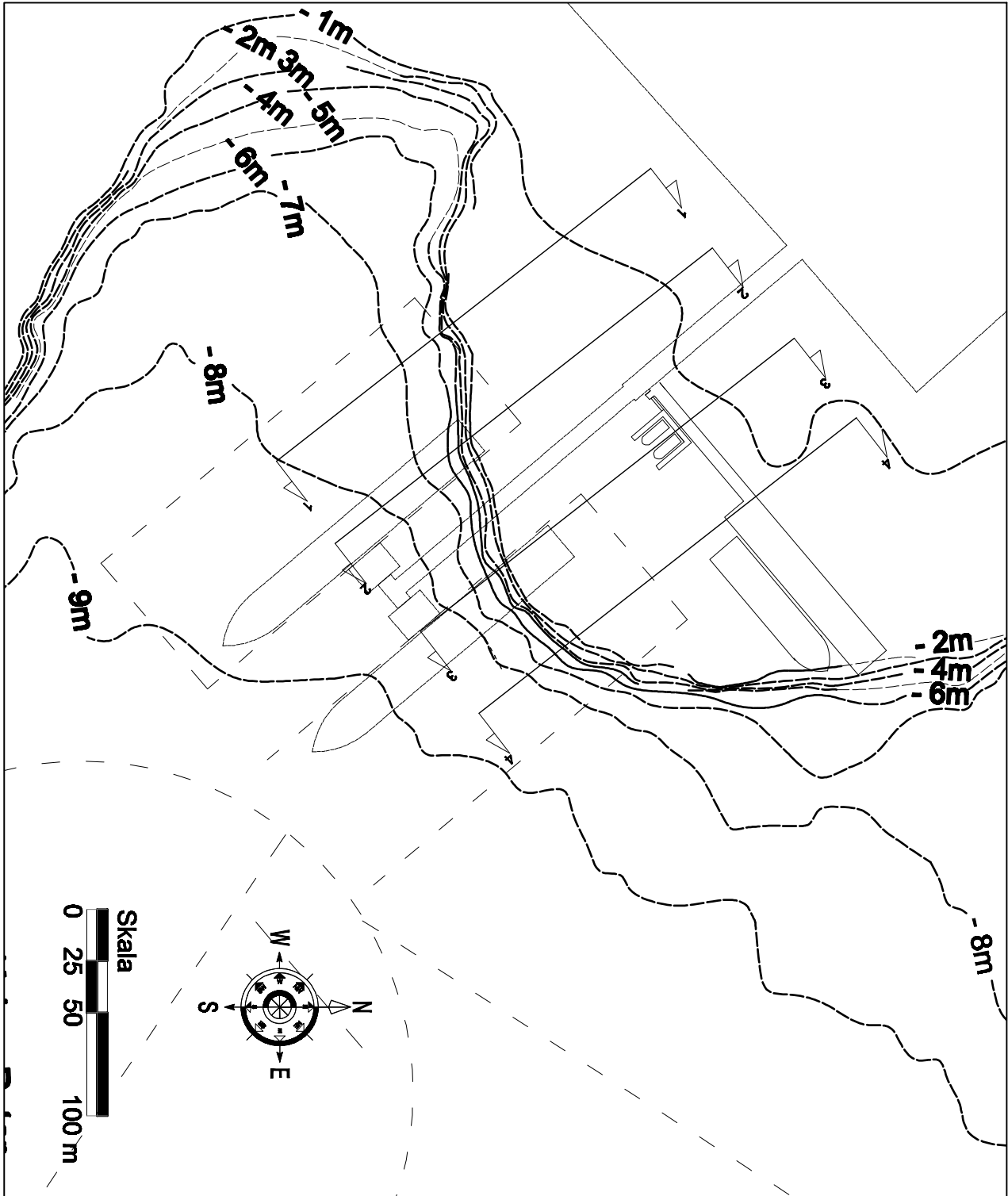
Rp 132.672.400.000,00 (Seratus tiga puluh dua milyar enam ratus tujuh puluh dua juta empat ratus ribu rupiah).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land, 1997. *Dredging, A Handbook for Engineers*. Virginia: Arnold.
- PIANC, 2014. *Classification of Soils and Rocks for The Maritime Dredging Process*. Brusell: PIANC.
- Prof. Ir. W.J. Vlasblom, 1993 *Designing Dredging Equipment*. Lecture Notes, Delft University of Technology.
- Wahyudi, Herman, 2013. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Surabaya.
- Widyastuti, Dyah Iriani, 2000. *Pelabuhan*. Diktat Kuliah, Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Surabaya.

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBUK PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

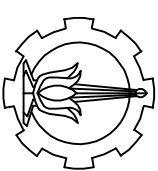
MULAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 511210006

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERAIRAN JETTY 1

SKALA **NO GAMBAR**

Shala Gars **1**



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL. TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBES PT. BADAQ INQ, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRANI WIDYASTUTI, M.Ss.

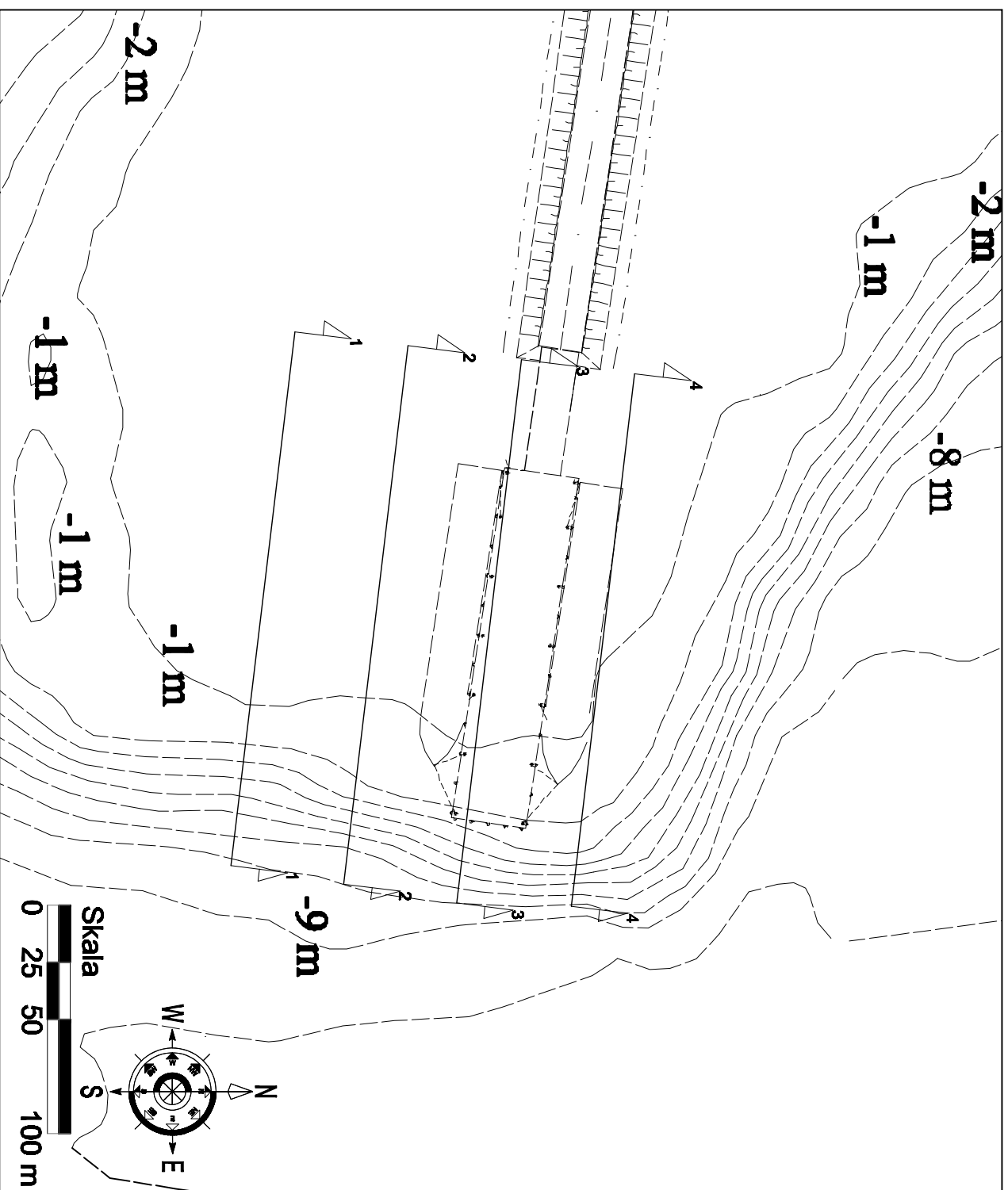
NAMA MAHASISWA

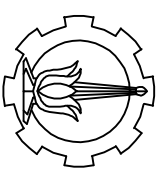
MUHAMMAD MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 511210006

JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERAIRAN JETTY 2

SKALA	NO GAMBAR
Skala Garis	2





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBES PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRIANI WIDYASTUTI, M.Ss.

NAMA MAHASISWA

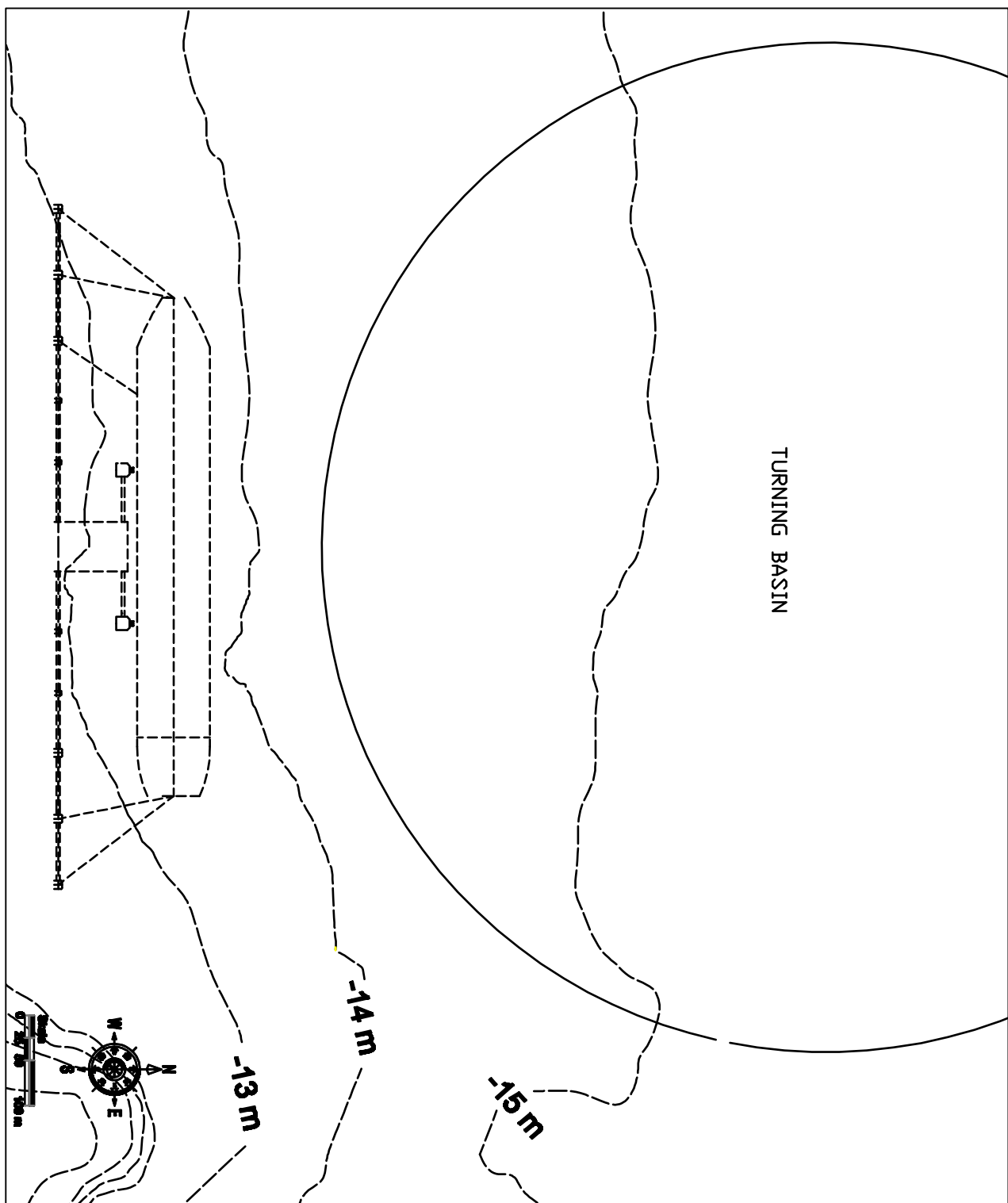
MUHAMMAD MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 5112100066

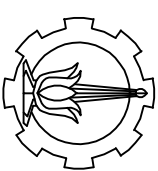
JUDUL GAMBAR

LAYOUT PERAIRAN ISLAND BERTH

SKALA NO GAMBAR

Sheets 3





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

LEGENDA

 Areal Keruk

 Slope Keruk

Luas 67.218,34 m²

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGKERUKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBES PT. BADAQ INQ, BONTANG.

DOSSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

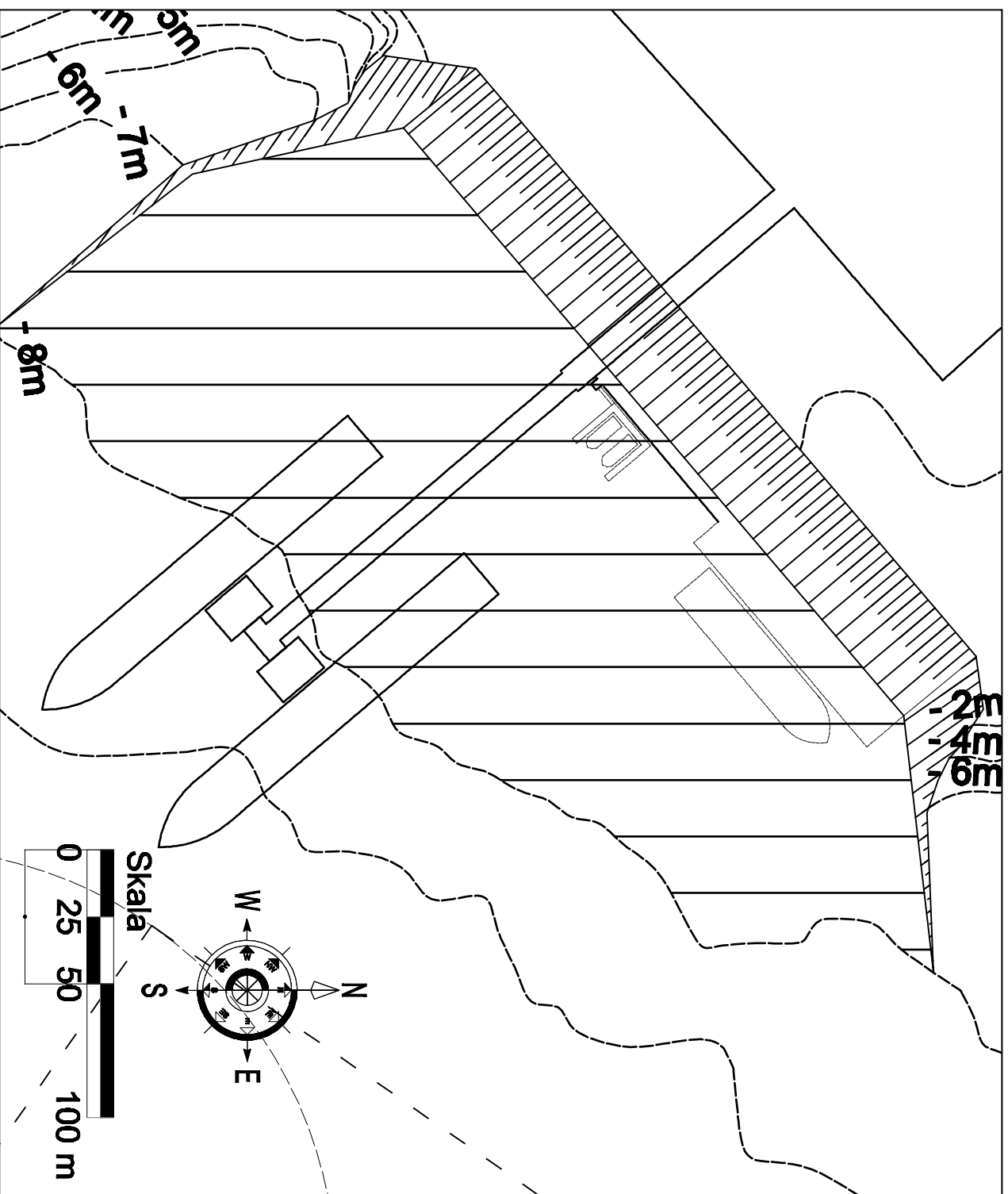
MULAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 5112100066

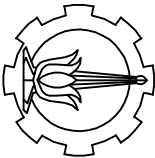
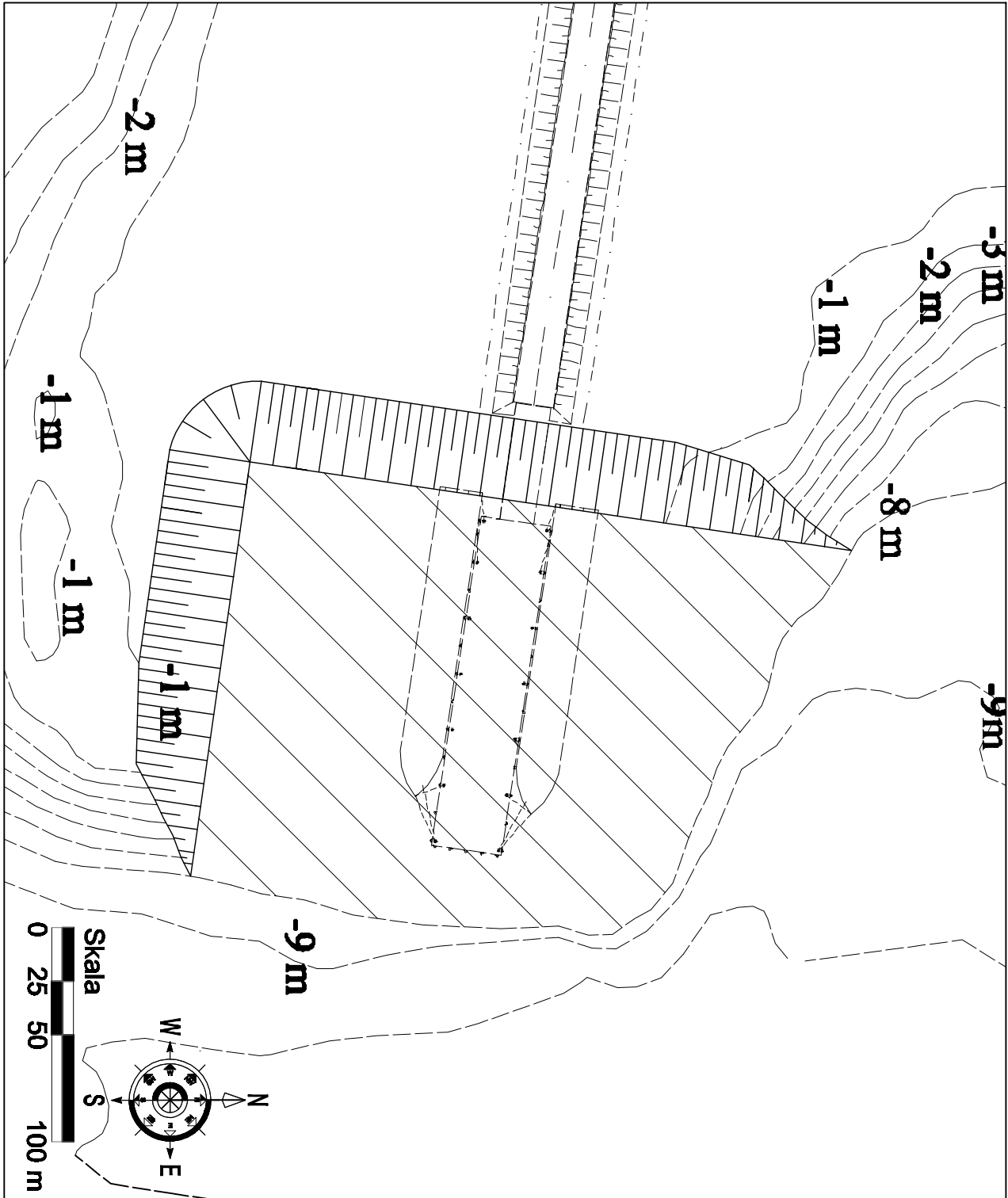
JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN PENGKERUKAN
JETTY 1

SKALA NO GAMBAR

Skala Garis 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

LEGENDA



Areal Keruk



Slope Dredging

Luas 98.090,47 m²

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGURAIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERSUS PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRANI WIDYASTUTI, M.Sc.

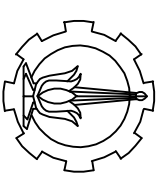
NAMA MAHASISWA

MUHAMMAD MUHAMMAD SYAMSUAR
NIP. 5112100005

JUDUL GAMBAR

PERENCANAAN PENGURAIKAN
JETTY 2

SKALA	NO GAMBAR
Skala Garis	5



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

LEGENDA

 Areal Dredging

 Slope Dredging

Luas 94.805,76 m²

JUDUL, TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGURAIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERSUS PT. BADAQ INQ, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRIANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

MULAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 5112100066

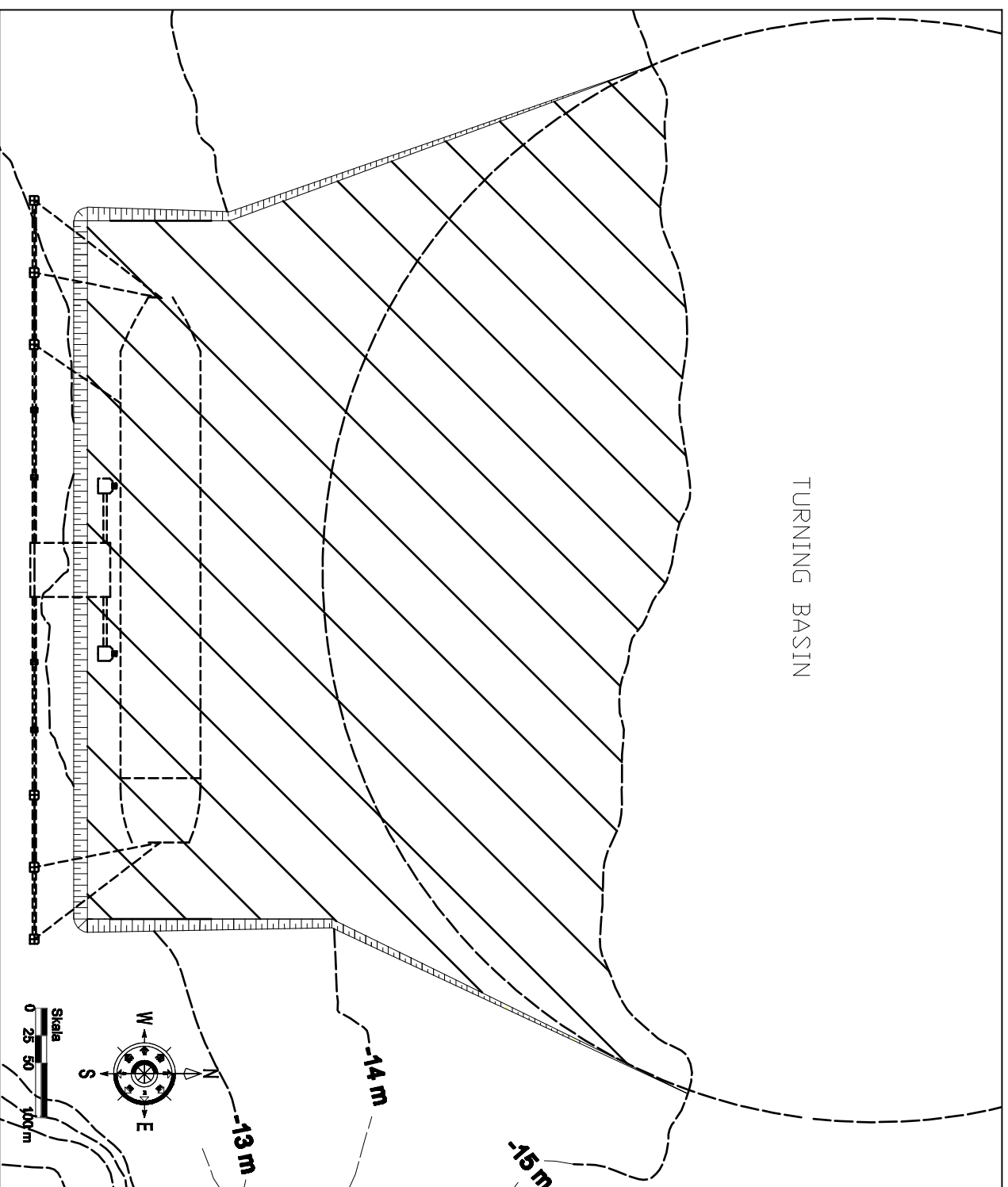
JUDUL GAMBAR

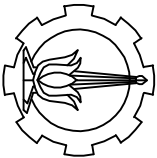
PERENCANAAN PENGURAIKAN
ISLAND BERTH

SKALA NO GAMBAR

Skala Garis 8

TURNING BASIN





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

LEGENDA

- ☒ Tanah Keras
- ☐ Tanah Lunak

JUDUL, TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBES PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRIANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

MULIAHID MUHAMMAD SYAMSUAR

NRP. 3112100085

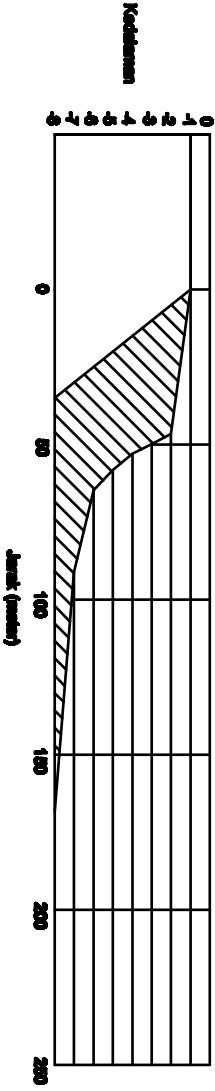
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION JETTY 1

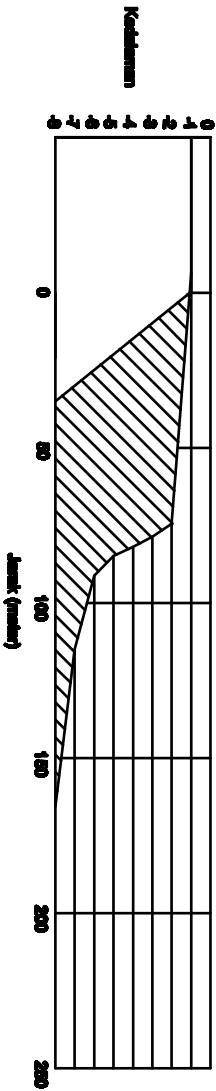
SKALA NO GAMBAR

Skala Garis 7

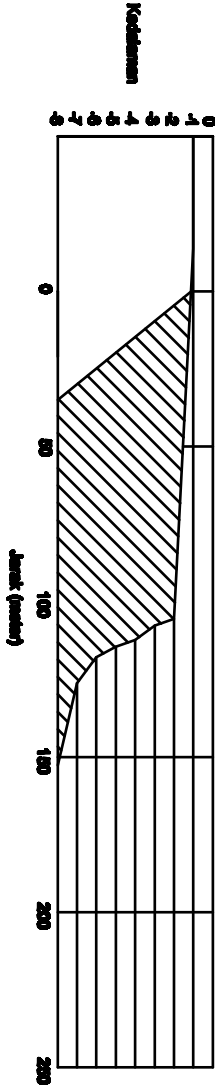
Potongan 1-1



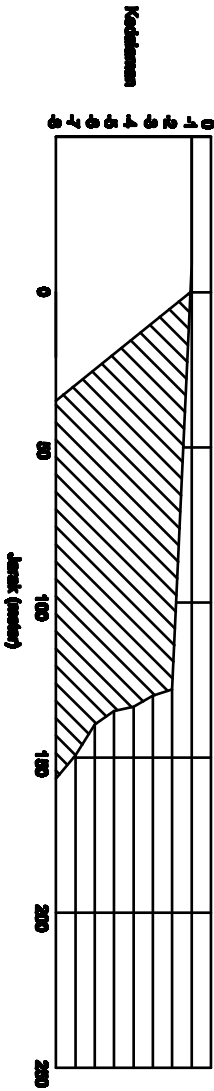
Potongan 2-2



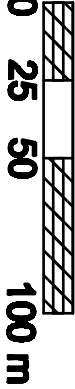
Potongan 3-3

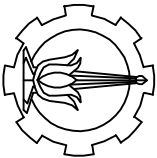


Potongan 4-4



Skala





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

- LEGENDA
- Tanah Keras
 - Tanah Lunak

JUDUL, TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBIS PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRIANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

MULIAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NRP. 5112100085

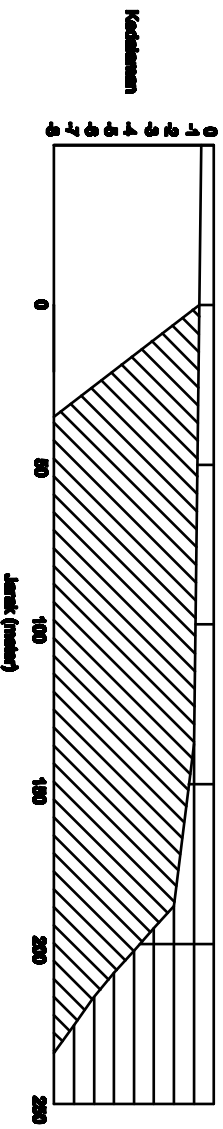
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION JETTY 2

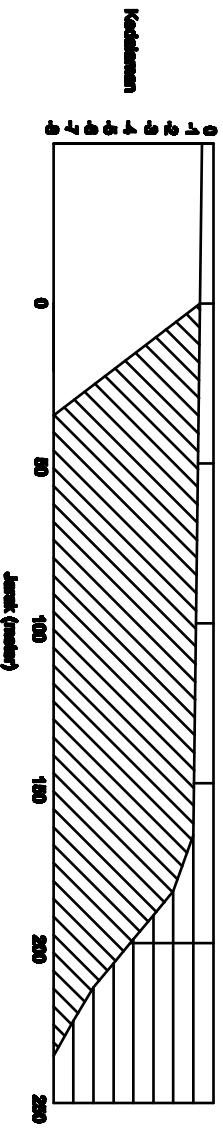
SKALA NO GAMBAR

Skala Garis 8

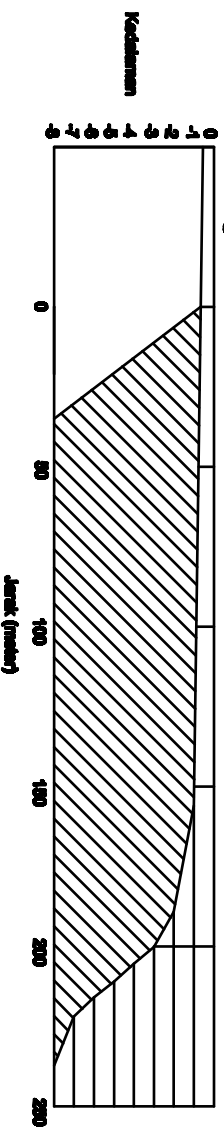
Potongan 1-1



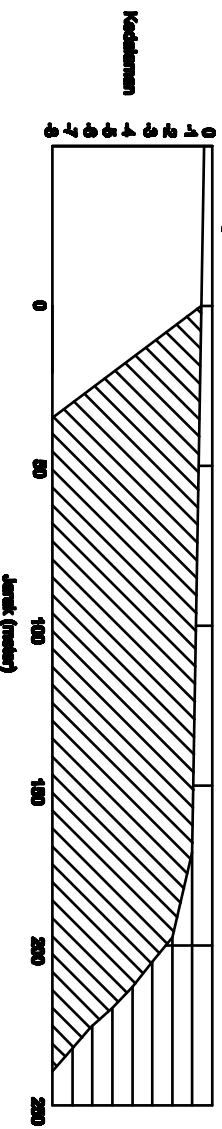
Potongan 2-2



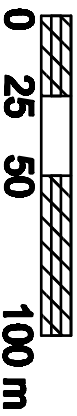
Potongan 3-3

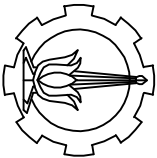


Potongan 4-4



Skala





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

LEGENDA

- ☒ Tanah Keras
☐ Tanah Lunak

JUDUL, TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PENGIRIKAN ALUR
ZONA A,B,C,D DALAM LINGKUNGAN
TERBUTAS PT. BADAQ NGL, BONTANG.

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI, DEA

Ir. DYAH IRIANI WIDYASTUTI, M.Sc.

NAMA MAHASISWA

MULIAHID MUHAMMAD SYAMSUAR
NPM: 311210036

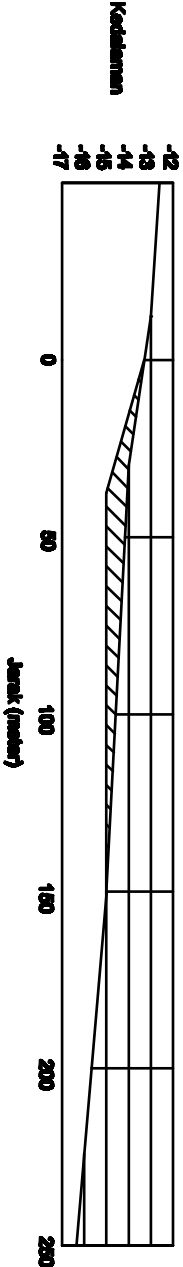
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION ISLAND BERTH

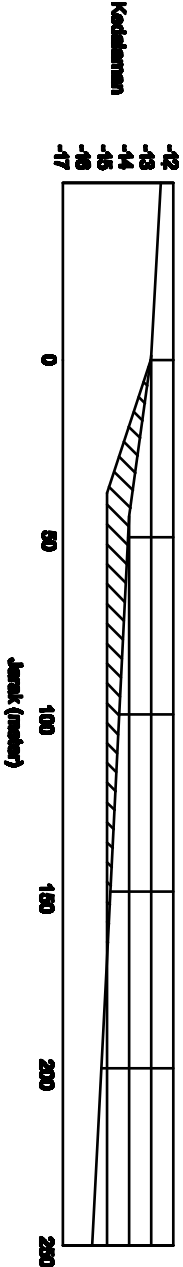
SKALA NO GAMBAR

Skala Garis 9

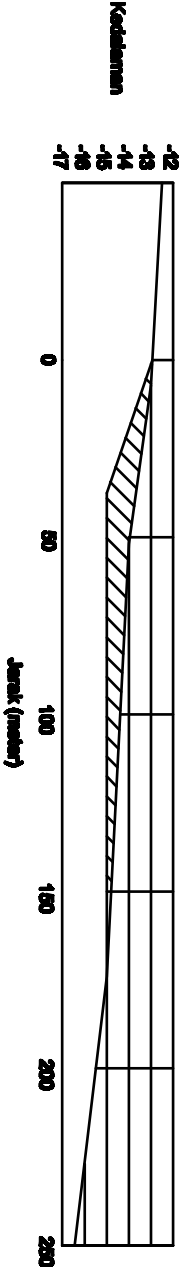
Potongan 1-1



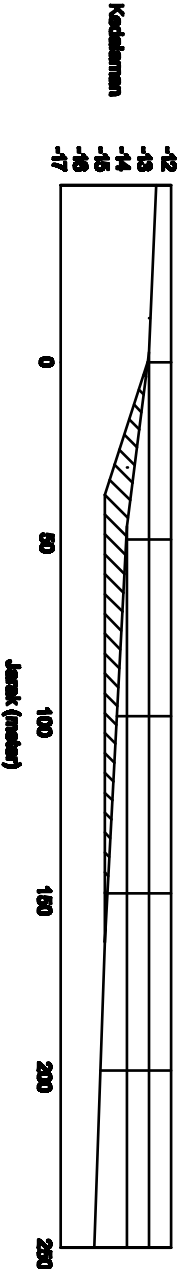
Potongan 2-2



Potongan 3-3



Potongan 4-4





Skala





NAMA PEMBIMBING	:	
NAMA MAHASISWA	:	Mujahid M.S
NRP	:	3112100056
JUDUL TUGAS AKHIR	:	
TANGGAL PROPOSAL	:	
NO. SP-MMTA	:	

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	4/11/16 /4	<ul style="list-style-type: none">- Heading wajib.- Gambar link (caption).- Flow chart ringkas <p>Bab - subbab</p> <p>Judul: Evaluasi CAYOUT PENGGERAKAN</p> <ul style="list-style-type: none">- 1. Penentuan layout:<ul style="list-style-type: none">* kondisi layout saat ini.- lebar, panjang alur.- 2. Evaluasi layout:<ul style="list-style-type: none">* kegiatan* WBS (M.S. Project):<ul style="list-style-type: none">1. urutan pekerjaan2. alokasi biaya3. Perencanaan WBS.* Dredging berapa maksimal di laut?	<ul style="list-style-type: none">- Perbaikan.	
2	11/11/16	Bab I & II	Perbaikan Bab II	
3				



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04

rev01

NAMA PEMBIMBING	:	
NAMA MAHASISWA	:	
NRP	:	
JUDUL TUGAS AKHIR	:	
TANGGAL PROPOSAL	:	
NO. SP-MMTA	:	

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	20/10/16	Sedimentasi Tanah Pengaruh pengaruh air pada sedimentasi - Faktor yang mempengaruhi sedimentasi, pelajari lagi! - Batimetri perkudungan untuk mengetahui sedimen lagi	- Cari batimetri	J
	28/12/16	Perbaiki : Bab 2, Bab 6, Bab 7, Bab 8		J

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Mekkah, 04 Desember 1994, merupakan anak pertama dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Mujahidin Surabaya, SD Mujahidin Surabaya, SMP Negeri 2 Surabaya dan SMA Negeri 5 Surabaya. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan di Program Sarjana Teknik Sipil FTSP ITS

Surabaya, terdaftar dengan NRP : 3112100056. Alamat Email : mujahidsyamsuar@gmail.com.